

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-271637

(43)Date of publication of application : 05.10.2001

(51)Int.Cl.

F01N 3/02

B01D 46/42

B01D 53/94

(21)Application number : 2000-093024

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 28.03.2000

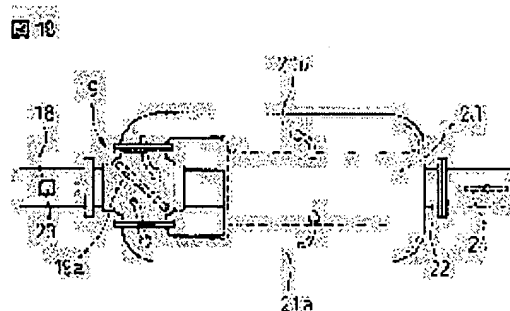
(72)Inventor : HIROTA SHINYA  
TANAKA TOSHIAKI  
NAKATANI KOICHIRO

## (54) EXHAUST EMISSION CONTROL DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To prevent clogging of a particulate filter by reliably oxidizing and removing particulates collected through means of the back flow of exhaust gas.

**SOLUTION:** This exhaust emission control device is provided with a particulate filter 20 arranged on an engine exhaust system, a reversing means 19 for reversing the exhaust upstream side and the exhaust downstream side of the particulate filter, and a reducing agent supply means 23 for supplying a reducing agent from the upstream side of the reversing means to the particulate filter. The particulate filter is provided with a collecting wall for collecting particulates, an oxidizing catalyst and an active oxygen discharging agent are carried on the collecting wall, and the collecting wall is provided with a first collecting surface and a second collecting surface. The exhaust upstream side and the exhaust downstream side of the particulate filter are reversed by the reversing means, and the first collecting surface and the second collecting surface are used alternately in order to collect particulates.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 27.11.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection][Date of requesting appeal against examiner's decision  
of rejection]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The exhaust emission control device of an internal combustion engine characterized by using the aforementioned first uptake side and the aforementioned second uptake side of the aforementioned uptake wall by turns in order to carry out the uptake of the particulate, when it has the following and the exhaust air upstream and exhaust air downstream of the aforementioned particulate filter are reversed by the aforementioned inversion means. The particulate filter arranged at the engine exhaust air system. The inversion means for reversing the exhaust air upstream and exhaust air downstream of the aforementioned particulate filter. The reducing-agent supply means for supplying a reducing agent to the aforementioned particulate filter from the upstream of the aforementioned inversion means is provided, the aforementioned particulate filter has a uptake wall for carrying out the uptake of the particulate, an oxidation catalyst and an active oxygen discharge agent are supported by the aforementioned uptake wall, and the aforementioned uptake wall is the first uptake side and the second uptake side.

[Claim 2] The aforementioned active oxygen discharge agent is the exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 1 characterized by emitting the oxygen held when oxygen was incorporated when the excess oxygen existed in the circumference, oxygen was held and the surrounding oxygen density fell in the form of active oxygen.

[Claim 3] The aforementioned reducing-agent supply means is the exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 1 or 2 characterized by supplying the aforementioned reducing agent by the aforementioned inversion means at least at order in case the exhaust air upstream and exhaust air downstream of the aforementioned particulate filter are reversed.

[Claim 4] The aforementioned inversion means by providing a valve element and switching the aforementioned valve element to the second position from the first position In while the exhaust air upstream and exhaust air downstream of the aforementioned particulate filter are reversed and the aforementioned valve element switches from the first position of the above to the second position of the above When some exhaust gas bypasses the aforementioned particulate filter at least and the aforementioned valve element is located between the first position of the above, and the second position of the above The exhaust emission control device of an internal combustion engine given in either of the claims 1-3 characterized by stopping supply of the aforementioned reducing agent by the aforementioned reducing-agent supply means.

[Claim 5] The exhaust emission control device of the internal combustion engine of the publication by either of the claims 1-3 which the temperature of the aforementioned particulate filter makes suppress passage of exhaust gas by the aforementioned exhaust-air throttle valve from setting temperature at the time of a low, makes carry out temperature of the aforementioned particulate filter to more than the aforementioned setting temperature by preparing an exhaust-air throttle valve in the position in an engine exhaust-air system which always serves as a downstream of the aforementioned particulate filter, and carry out [ that the aforementioned reducing agent is supplied by the aforementioned reducing-agent supply means after that and ] as the feature

[Claim 6] The aforementioned inversion means by providing a valve element and switching the aforementioned valve element to the second position from the first position In while the exhaust air upstream and exhaust air downstream of the aforementioned particulate filter are reversed and the aforementioned valve element switches from the first position of the above to the second position of the above Some exhaust gas bypasses the aforementioned particulate filter at least. the aforementioned reducing-agent supply means Supply a reducing agent to an engine exhaust air system by low voltage, and from the supply position of the aforementioned reducing agent by the aforementioned reducing-agent supply means of an engine exhaust air system to a downstream An exhaust air throttle valve is prepared. The exhaust emission control device of an internal combustion engine given in either of the claims 1-3 by which it is reversing [ while making passage of exhaust gas suppress by the aforementioned exhaust air throttle valve at the time of an

engine slowdown ]-by aforementioned valve element-exhaust air upstream and exhaust air downstream of aforementioned particulate filter characterized.

[Claim 7] When it has the following and the exhaust air upstream and exhaust air downstream of a particulate filter are reversed by the aforementioned inversion means, it is the exhaust emission control device of an internal combustion engine which the aforementioned first uptake side and the aforementioned second uptake side of the aforementioned uptake wall are used by turns in order to carry out the uptake of the particulate, and is characterized by the both-sides section of the aforementioned particulate filter having high oxidation capacity as compared with the center section of the aforementioned particulate filter. The particulate filter arranged at the engine exhaust air system. The inversion means for reversing the exhaust air upstream and exhaust air downstream of the aforementioned particulate filter is provided, the aforementioned particulate filter has a uptake wall for carrying out the uptake of the particulate, an oxidation catalyst and an active oxygen discharge agent are supported by the aforementioned uptake wall, and the aforementioned uptake wall is the first uptake side and the second uptake side.

[Claim 8] The aforementioned active oxygen discharge agent is the exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 7 characterized by emitting the oxygen held when oxygen was incorporated when the excess oxygen existed in the circumference, oxygen was held and the surrounding oxygen density fell in the form of active oxygen.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the exhaust emission control device of an internal combustion engine.

[0002]

[Description of the Prior Art] In the exhaust gas of a diesel power plant, the internal combustion engine and the particulate which makes soot a principal component are contained especially. Since a particulate is a toxic substance, arranging the filter for carrying out the uptake of the particulate before air discharge in an engine exhaust air system is proposed. Such a filter needs making the particulate which carried out the uptake burned down, in order to prevent the increase in the exhaust back pressure by blinding.

[0003] In such filter reproduction, although ignition combustion will be carried out if a particulate is set to about 600 degreeC, usually, the exhaust gas temperature of a diesel power plant is sometimes quite lower than 600 degreeC, and needs the means of usually heating the filter itself for it.

[0004] If a filter is made to support a platinum metal and an alkaline-earth-metals oxide, it is indicated by JP,7-106290,B that the particulate on a filter is continuously burned down by about 400 degreeC of a diesel power plant which is usually the exhaust gas temperature at the time.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, since it does not restrict that exhaust gas temperature has always become about [ 400 degrees ] C and a lot of particulates are emitted from a diesel power plant depending on operational status even if it uses this filter, the particulate which has not been burned down by each time may accumulate gradually on a filter.

[0006] In this filter, if a particulate accumulates to some extent, in order that particulate destruction-by-fire capacity may decline extremely, a filter is unreproducible in person any longer. Thus, blinding may occur at an early stage comparatively only by having arranged this kind of filter in the engine exhaust air system.

[0007] Therefore, the purpose of this invention is offering the exhaust emission control device of the internal combustion engine which can carry out oxidization removal of the particulate which carried out the uptake certainly, and can prevent the blinding of a particulate filter by the adverse current of exhaust gas.

[0008]

[Means for Solving the Problem] The exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 1 by this invention The inversion means for reversing the particulate filter arranged at the engine exhaust air system, and the exhaust air upstream and exhaust air downstream of the aforementioned particulate filter, The reducing-agent supply means for supplying a reducing agent to the aforementioned particulate filter from the upstream of the aforementioned inversion means is provided. the aforementioned particulate filter Have a uptake wall for carrying out the uptake of the particulate, and an oxidation catalyst and an active oxygen discharge agent are supported by the aforementioned uptake wall. When it has the first uptake side and the second uptake side and the exhaust air upstream and exhaust air downstream of the aforementioned particulate filter are reversed by the aforementioned inversion means, the aforementioned uptake wall In order to carry out the uptake of the particulate, it is characterized by using the aforementioned first uptake side and the aforementioned second uptake side of the aforementioned uptake wall by turns.

[0009] Moreover, it is characterized by emitting the oxygen which held the exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 2 by this invention when the aforementioned active oxygen discharge agent incorporated oxygen in the exhaust emission control device of an internal combustion engine according to claim 1 when the excess oxygen existed in the circumference, oxygen was held and the surrounding oxygen density fell in

the form of active oxygen.

[0010] Moreover, the exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 3 by this invention is characterized by the aforementioned reducing-agent supply means supplying the aforementioned reducing agent at order in case the exhaust air upstream and exhaust air downstream of the aforementioned particulate filter are reversed by the aforementioned inversion means at least in the exhaust emission control device of an internal combustion engine according to claim 1 or 2.

[0011] Moreover, the exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 4 by this invention In the exhaust emission control device of an internal combustion engine given in either of the claims 1-3 the aforementioned inversion means By providing a valve element and switching the aforementioned valve element to the second position from the first position In while the exhaust air upstream and exhaust air downstream of the aforementioned particulate filter are reversed and the aforementioned valve element switches from the first position of the above to the second position of the above When some exhaust gas bypasses the aforementioned particulate filter at least and the aforementioned valve element is located between the first position of the above, and the second position of the above, it is characterized by stopping supply of the aforementioned reducing agent by the aforementioned reducing-agent supply means.

[0012] Moreover, the exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 5 by this invention In the exhaust emission control device of an internal combustion engine given in either of the claims 1-3 An exhaust air throttle valve is prepared in the position in an engine exhaust air system which always serves as a downstream of the aforementioned particulate filter. The temperature of the aforementioned particulate filter makes passage of exhaust gas suppress by the aforementioned exhaust air throttle valve from setting temperature at the time of a low, and carries out temperature of the aforementioned particulate filter to more than the aforementioned setting temperature, and it is characterized by the aforementioned reducing agent being supplied by the aforementioned reducing-agent supply means after that.

[0013] Moreover, the exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 6 by this invention In the exhaust emission control device of an internal combustion engine given in either of the claims 1-3 the aforementioned inversion means By providing a valve element and switching the aforementioned valve element to the second position from the first position In while the exhaust air upstream and exhaust air downstream of the aforementioned particulate filter are reversed and the aforementioned valve element switches from the first position of the above to the second position of the above Some exhaust gas bypasses the aforementioned particulate filter at least. the aforementioned reducing-agent supply means Supply a reducing agent to an engine exhaust air system by low voltage, and from the supply position of the aforementioned reducing agent by the aforementioned reducing-agent supply means of an engine exhaust air system to a downstream An exhaust air throttle valve is prepared, and while making passage of exhaust gas suppress by the aforementioned exhaust air throttle valve at the time of an engine slowdown, it considers as the reversing-by aforementioned valve element-exhaust air upstream and exhaust air downstream of aforementioned particulate filter feature.

[0014] Moreover, the exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 7 by this invention The inversion means for reversing the particulate filter arranged at the engine exhaust air system, and the exhaust air upstream and exhaust air downstream of the aforementioned particulate filter is provided. The aforementioned particulate filter has a uptake wall for carrying out the uptake of the particulate. When an oxidation catalyst and an active oxygen discharge agent are supported by the aforementioned uptake wall, the aforementioned uptake wall has the first uptake side and the second uptake side and the exhaust air upstream and exhaust air downstream of a particulate filter are reversed by the aforementioned inversion means In order to carry out the uptake of the particulate, the aforementioned first uptake side and the aforementioned second uptake side of the aforementioned uptake wall are used by turns, and the both-sides section of the aforementioned particulate filter is characterized by having high oxidation capacity as compared with the center section of the aforementioned particulate filter.

[0015] Moreover, it is characterized by emitting the oxygen which held the exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 8 by this invention when the aforementioned active oxygen discharge agent incorporated oxygen in the exhaust emission control device of an internal combustion engine according to claim 7 when the excess oxygen existed in the circumference, oxygen was held and the surrounding oxygen density fell in the form of active oxygen.

[0016]

[Embodiments of the Invention] Drawing 1 shows outline drawing of longitudinal section of 4 stroke diesel power plant equipped with the exhaust emission control device by this invention, drawing 2 is the enlarged vertical longitudinal sectional view of the combustion chamber of the diesel power plant of drawing 1, and drawing 3 is the

bottom plan view of the cylinder head of the diesel power plant of drawing 1 . When drawing 3 is referred to from drawing 1 , a suction port and 9 show the exhaust valve of a couple, and, as for an electric control formula fuel injection valve and 7, the inlet valve of a couple and 8 show an exhaust air port for the cavity by which a cylinder block and 3 were formed in the cylinder head for a piston and 5a, and 4 was formed [ 1 ] for an engine main part and 2 on the top face of a piston 4, the combustion chamber where 5 was formed in cavity 5a, and 6, respectively, as for 10. A suction port 8 is connected with a surge tank 12 through the corresponding inhalation-of-air branch pipe 11, and a surge tank 12 is connected with an air cleaner 14 through an air intake duct 13. In an air intake duct 13, the throttle valve 16 driven by the electric motor 15 is arranged. On the other hand, the exhaust air port 10 is connected to an exhaust manifold 17.

[0017] As shown in drawing 1 , the air-fuel ratio sensor 21 is arranged in an exhaust manifold 17. An exhaust manifold 17 and the surge tank 12 of each other are connected through the EGR path 22, and the electric control formula EGR control valve 23 is arranged in the EGR path 22. Moreover, the cooling system 24 for cooling the EGR gas which flows the inside of the EGR path 22 is arranged at the circumference of the EGR path 22. the example shown in drawing 1 -- engine cooling water -- the inside of a cooling system 24 -- \*\*\*\* -- EGR gas is cooled with him and engine cooling water

[0018] On the other hand, each fuel injection valve 6 is connected with a fuel reservoir and the so-called common rail 26 through a fuel feeding pipe 25. The fuel which fuel was supplied into this common rail 26 from the strange fuel pump 27 with the good discharge quantity of an electric control formula, and was supplied in the common rail 26 is supplied to a fuel injection valve 6 through each fuel feeding pipe 25. The fuel pressure sensor 28 for detecting the fuel pressure in a common rail 26 to a common rail 26 is attached, and the discharge quantity of a fuel pump 27 is controlled so that the fuel pressure in a common rail 26 turns into target fuel pressure based on the output signal of the fuel pressure sensor 28.

[0019] 30 is an electronic control unit and the output signal of the air-fuel ratio sensor 21 and the output signal of the fuel pressure sensor 28 are inputted. Moreover, the load sensor 41 which generates the output voltage proportional to the amount L of trodding of an accelerator pedal 40 is connected to an accelerator pedal 40, and the output signal of the load sensor 41 is also inputted, and further, whenever 30 degrees rotates, the output signal of the crank angle sensor 42 which generates an output pulse is also inputted into an electronic control unit 30 for a crankshaft. In this way, an electronic control unit 30 operates a fuel injection valve 6, an electric motor 15, the EGR control valve 23, and a fuel pump 27 based on various signals.

[0020] As shown in drawing 2 and drawing 3 , it consists of a hole nozzle in which a fuel injection valve 6 has six nozzle mouths in the example by this invention, and from the nozzle mouth of a fuel injection valve 6, it has in the level surface according to an equiangular distance an opposite plain gauze and downward, and Fuel F is injected. As shown in drawing 3 , two [ F ] of six fuel spray F disperse along the bottom side of the valve element of each exhaust valve 9. Drawing 2 and drawing 3 show the time of fuel injection being performed in the compression stroke last stage. At this time, the fuel spray F progresses towards the inner skin of cavity 5a, and, subsequently carries out ignition combustion.

[0021] Drawing 4 shows the case where additional fuel is injected from a fuel injection valve 6, when the amount of lifts of an exhaust valve 9 is the maximum in inside like an exhaust air line. That is, as shown in drawing 5 , the main injection Qm is performed in near a compression top dead center, and the case where the additional fuel Qa is subsequently injected in the middle like an exhaust air line is shown. In this case, the fuel spray F which progresses in the direction of a valve element of an exhaust valve 9 goes between the bulk section tooth back of an exhaust valve 9, and the exhaust air port 10. That is, if injection of the additional fuel Qa is performed while the exhaust valve 9 will open nozzle 2 of six nozzle mouths of a fuel injection valve 6, if it says and changes, it is formed so that the fuel spray F may go between the bulk section tooth back of an exhaust valve 9, and the exhaust air port 10. In addition, in the example shown in drawing 4 , at this time, the fuel spray F reflects the fuel spray F which collided with the bulk section tooth back of an exhaust valve 9, and collided with the bulk section tooth back of an exhaust valve 9 on the bulk section tooth back of an exhaust valve 9, and goes in the exhaust air port 10.

[0022] In addition, usually, the additional fuel Qa is not injected but only the main injection Qm is performed. Drawing 6 is change of the output torque when changing air-fuel ratio A/F (horizontal axis of drawing 6 ) and a smoke, and HC, CO and NOx by changing the opening and the EGR rate of a throttle valve 16 at the time of engine low load operation. The example of an experiment which shows change of a discharge is expressed. An EGR rate becomes large, so that drawing 6 may show, and air-fuel ratio A/F becomes small in this example of an experiment, and at the time of below theoretical air fuel ratio (\*\*14.6), the EGR rate has become 65% or more.

[0023] As shown in drawing 6 , when air-fuel ratio A/F was made small by increasing an EGR rate, an EGR rate becomes the neighborhood 40% and air-fuel ratio A/F becomes about 30, the yield of a smoke starts increase.

Subsequently, if an EGR rate is raised further and air-fuel ratio A/F is made small, the yield of a smoke will increase rapidly and will reach a peak. Subsequently, a smoke will be set to about 0 if a smoke will fall rapidly shortly, an EGR rate will be made into 65% or more, if an EGR rate is raised further and air-fuel ratio A/F is made small, and air-fuel ratio A/F becomes the 15.0 neighborhoods. Soot stops namely, almost generating. At this time, power torque falls a little and is NOx. An yield becomes quite low. On the other hand, the yield of HC and CO begins to increase at this time.

[0024] Air-fuel ratio A/F shows the combustion-pressure change in the combustion chamber 5 when there are most yields of a smoke in the 21 neighborhoods, and, as for drawing 7 (A), air-fuel ratio A/F shows change of the combustion pressure in the combustion chamber 5 in case the yield of a smoke is about 0 in the 18 neighborhoods, as for drawing 7 (B). When it is shown in drawing 7 (B) whose yield of a smoke is about 0 so that it may understand, if drawing 7 (A) is compared with drawing 7 (B), compared with the case where it is shown in drawing 7 (A) with many yields of a smoke, it turns out that a combustion pressure is low.

[0025] The following thing can be said from the experimental result shown in drawing 6 and drawing 7. That is, first, air-fuel ratio A/F is NOx, as it shown in the 1st at drawing 6, when the yield of a smoke is about 0 or less in 15.0. An yield carries out a remarkable fall. NOx It can be said for the combustion temperature in a combustion chamber 5 to be low that the yield fell, when it means that the combustion temperature in a combustion chamber 5 is falling, therefore soot is hardly generated. The same thing can say also from drawing 7. That is, in the state which shows in drawing 7 (B) which soot has hardly generated, the combustion pressure is low, therefore the combustion temperature in a combustion chamber 5 will be low at this time.

[0026] If the yield of a smoke, i.e., the yield of soot, is set [ 2nd ] to about 0, as shown in drawing 6, the discharge of HC and CO will increase. It means that this is discharged without a hydrocarbon growing even to soot. That is, it will pyrolyze, if the temperature rise of a straight chain hydrocarbon and an aromatic hydrocarbon as shown in drawing 8 contained in fuel is carried out in the state of oxygen deficiency, and the precursor of soot is formed, and the soot which consists of a solid-state with which carbon atoms subsequently mainly gathered is generated. In this case, although the generation process of actual soot is complicated and it is not clear what gestalt the precursor of soot takes, a hydrocarbon as shown anyway in drawing 8 will grow even to soot through the precursor of soot. Therefore, although the discharge of HC and CO will increase as shown in drawing 6 if the yield of soot is set to about 0 as mentioned above, HC at this time is the precursor of soot, or the hydrocarbon of the state in front of it.

[0027] When these considerations based on the experimental result shown in drawing 6 and drawing 7 are summarized, the yield of soot is set to about 0 by the combustion temperature in a combustion chamber 5 at the time of a low, and the precursor of soot or the hydrocarbon of the state in front of it will be discharged from a combustion chamber 5 at this time. As a result of repeating experiment research still in detail about this, it became clear that soot is generated, when the fuel in a combustion chamber 5 and the gas temperature of the circumference were below a certain temperature, the growth process of soot stopped on the way, soot was not generated at all but the fuel in a combustion chamber 5 and the temperature of the circumference turned into below a certain temperature.

[0028] by the way -- although it cannot say what times fuel in case the generation process of a hydrocarbon stops in the state of the precursor of soot and the temperature of the circumference, i.e., a certain above-mentioned temperature, are since it changes with various factors, such as a kind of fuel, an air-fuel ratio, and a compression ratio, -- this temperature of a certain -- NOx an yield and a close relation -- having -- \*\*\*\* -- therefore, this temperature of a certain -- NOx from an yield -- being certain -- a grade convention can be carried out That is, the fuel at the time of combustion and the gas temperature of the circumference fall, so that an EGR rate increases, and it is NOx. An yield falls. At this time, it is NOx. An yield is 10p.p.m. When it becomes less than [ order or it ], soot stops almost generating. Therefore, a certain above-mentioned temperature is NOx. An yield is 10p.p.m. It is mostly in agreement with the temperature when becoming less than [ order or it ].

[0029] Once, if soot is generated, by the after treatment using the catalyst which has an oxidization function, can have this soot and it cannot be purified. On the other hand, it can have the precursor of soot, or the hydrocarbon of the state in front of it by the after treatment using the catalyst which has an oxidization function, and it can be purified easily. Thus, NOx While reducing an yield, it is very effective in purification of exhaust gas to make a hydrocarbon discharge from a combustion chamber 5 in the precursor of soot or the state in front of it.

[0030] Now, it is necessary to suppress the fuel at the time of the combustion in a combustion chamber 5 in stopping growth of a hydrocarbon in the state before soot is generated, and the gas temperature of the circumference to low temperature rather than the temperature by which soot is generated. In this case, it has become clear that an endothermic operation of the gas of the circumference of the fuel at the time of fuel burning influences very greatly to suppress the gas temperature of fuel and its circumference.

[0031] That is, the fuel which evaporated when only air existed in the circumference of fuel reacts with the oxygen in



air immediately, and burns. In this case, the temperature of the air which is separated from fuel does not rise so much, but only the temperature of the circumference of fuel becomes local very high. That is, at this time, the air which is separated from fuel hardly performs an endothermic operation of the heat of combustion of fuel. In this case, since combustion temperature becomes local very high, the unburnt hydrocarbon which received this heat of combustion will generate soot.

[0032] On the other hand, when fuel exists in a lot of inert gas and the mixed gas of little air, situations differ a little. In this case, evaporation fuel will react with the oxygen which is spread around and intermingled in inert gas, and will burn. In this case, since heat of combustion is absorbed by surrounding inert gas, combustion temperature will not rise so much. That is, combustion temperature can be stopped low. That is, in suppressing combustion temperature, the role with important existence of inert gas is played, and combustion temperature can be low stopped by endothermic operation of inert gas.

[0033] In this case, the amount only of inert gas which may absorb sufficient heating value to do so the gas temperature of fuel and its circumference to suppress to low temperature rather than the temperature by which soot is generated is needed. Therefore, the amount of inert gas which is needed if fuel quantity increases will increase in connection with it. In addition, an endothermic operation becomes powerful, therefore the big gas of inert gas of the specific heat will be desirable, so that the specific heat of inert gas is large in this case. This point and CO<sub>2</sub> It can be said that it is desirable to use EGR gas as inert gas since the specific heat is comparatively large as for EGR gas.

[0034] Drawing 9 shows the relation between the EGR rate when changing the cooling degree of EGR gas, and a smoke, using EGR gas as inert gas. That is, in drawing 9, the case where Curve A cooled EGR gas powerfully and EGR-gas \*\* is maintained to about 90 degreeC is shown, Curve B shows the case where EGR gas is cooled with a small cooling system, and Curve C shows the case where EGR gas is not cooled compulsorily.

[0035] If the yield of soot serves as a peak in the place where an EGR rate is somewhat lower than 50% and an EGR rate is made about 55% or more in this case when EGR gas is cooled powerfully, as shown by the curve A of drawing 9, soot will hardly be generated. If the yield of soot serves as a peak in the place where an EGR rate is somewhat higher than 50% and an EGR rate is made about 65% or more in this case on the other hand when a little EGR gas is cooled, as shown by the curve B of drawing 9, soot will hardly be generated.

[0036] Moreover, if the yield of soot serves as a peak in the neighborhood whose EGR rate is 55% and an EGR rate is made about 70% or more in this case when EGR gas is not cooled compulsorily, as shown by the curve C of drawing 9, soot will hardly be generated. In addition, the yield of a smoke when the engine load of drawing 9 is comparatively high is shown, if an engine load becomes small, the EGR rate from which the yield of soot serves as a peak will fall a little, and the minimum of the EGR rate which soot stops almost generating will also fall a little. Thus, the minimum of the EGR rate which soot stops almost generating changes according to the cooling degree and engine load of EGR gas.

[0037] Drawing 10 shows the amount of mixed gas of EGR gas and air required when EGR gas is used as inert gas, in order to make fuel at the time of combustion, and gas temperature of the circumference into temperature lower than the temperature by which soot is generated, the rate of the air in this amount of mixed gas, and the rate of the EGR gas in this mixed gas. In addition, in drawing 10, the vertical axis shows the total inhalation capacity inhaled in a combustion chamber 5, and the chain line Y shows the total inhalation capacity which can be inhaled in a combustion chamber 5, when supercharge is not performed. Moreover, the horizontal axis shows the demand load and Z1 shows a low load operating range.

[0038] If drawing 10 is referred to, the rate of air, i.e., the air content in mixed gas, shows the air content required for making the injected fuel burn completely. That is, in the case where it is shown in drawing 10, the ratio of an air content and injection fuel quantity is theoretical air fuel ratio. On the other hand, when the rate of EGR gas of EGR gas, i.e., the amount in mixed gas, is made to burn to injection fuel in drawing 10, the necessary minimum amount of EGR gas is shown in making gas temperature of fuel and its circumference into low temperature rather than the temperature in which soot is formed. This amount of EGR gas is about 55% or more, when expressed with an EGR rate, and it is 70% or more in the example shown in drawing 10. When the total amount of inspired gas inhaled in the combustion chamber 5 is made into a solid line X in drawing 10 and it is made a rate as shows the rate of the air content of this total amount X of inspired gas, and the amount of EGR gas to drawing 10, the gas temperature of fuel and its circumference turns into low temperature from the temperature by which soot is generated, and soot stops namely, generating it at all thus. Moreover, NO<sub>x</sub> at this time An yield is 10p.p.m. It is less than [ it ] approximately, therefore is NO<sub>x</sub>. An yield becomes very little.

[0039] Since the calorific value at the time of fuel burning will increase if fuel oil consumption increases, in order to maintain the gas temperature of fuel and its circumference to low temperature rather than the temperature by which soot is generated, you have to increase the absorbed dose of the heat by EGR gas. Therefore, you have to make the amount of EGR gas increase, as shown in drawing 10 as injection fuel quantity increases. That is, the amount of EGR



gas needs to increase as a demand load becomes high.

[0040] On the other hand, in the load field Z2 of drawing 10, the total amount Y of inspired gas which the total amount X of inspired gas required to prevent generating of soot can inhale will be exceeded. Therefore, for supplying the total amount X of inspired gas required to prevent generating of soot in this case in a combustion chamber 5, it is necessary to supercharge or pressurize the both sides of EGR gas and inhalation air, or EGR gas. In not supercharging or pressurizing EGR gas etc., in the load field Z2, the total amount X of inspired gas is in agreement with the total amount Y of inspired gas which can be inhaled. Therefore, in order to prevent generating of soot in this case, while decreasing an air content a little and increasing the amount of EGR gas, fuel is made to burn in a basis with a rich air-fuel ratio.

[0041] In the low load operating range Z1 shown in drawing 10 although the case where drawing 10 burns fuel under theoretical air fuel ratio is shown as mentioned above, at least an air content rather than the air content shown in drawing 10. That is, it is NOx, preventing generating of soot, even if it makes an air-fuel ratio rich. It is 10p.p.m about an yield. It can be made less than [ order or it ]. Moreover, it is NOx, preventing generating of soot, whether it makes [ more ] an air content in the low load field Z1 shown in drawing 10 than the air content shown in drawing 10 or makes the average of an air-fuel ratio into RIN of 17 to 18. It is 10p.p.m about an yield. It can be made less than [ order or it ].

[0042] That is, if an air-fuel ratio is made rich, although fuel will become superfluous, since combustion temperature is suppressed by low temperature, superfluous fuel does not grow even to soot and soot is not generated thus. Moreover, it is NOx at this time. Little deer generating is not carried out extremely. If combustion temperature becomes high when an average air-fuel ratio is RIN, or even when an air-fuel ratio is theoretical air fuel ratio, although little soot will be generated on the other hand, since combustion temperature is suppressed by low temperature, by this invention, soot is not generated at all. Furthermore, NOx Little deer generating is not carried out extremely.

[0043] Thus, if irrespective of an air-fuel ratio, i.e., an air-fuel ratio, will probably be rich in an engine low load operating range Z1 and it will be theoretical air fuel ratio, or if an average air-fuel ratio is RIN, soot will not be generated, but it is NOx. An yield becomes very little. Therefore, considering improvement in specific fuel consumption, it can be said that it is desirable to make an average air-fuel ratio into RIN at this time.

[0044] by the way, the fuel at the time of the combustion in a combustion chamber and the gas temperature of the circumference -- growth of a hydrocarbon -- on the way -- there is little calorific value according [ that it comes out and can suppress below to the temperature to stop ] to combustion -- an engine load is comparatively restricted at the time of a low Therefore, in the example by this invention, an engine load suppresses the fuel at the time of combustion, and the gas temperature of the circumference comparatively below to the temperature which growth of a hydrocarbon stops on the way at the time of a low, and it is made to perform the first combustion, i.e., low-temperature combustion, and when an engine load is comparatively high, it is made to perform the second combustion, i.e., the combustion to which it is carried out more ordinarily than before. In addition, rather than the amount of the worst inert gas from which the yield of soot serves as the maximum so that clearly from explanation of the former in here, the thing of the combustion which there are many amounts of inert gas of a combustion chamber, and soot hardly generates is said, and the combustion to which it is carried out more ordinarily than the second combustion, i.e., the former, says the thing of combustion with few amounts of inert gas of a combustion chamber than the amount of the worst inert gas from which the yield of soot serves as the

[0045] Drawing 11 shows the 2nd combustion zone II to which the first combustion, i.e., the 1st operating range I to which low-temperature combustion is performed and the second combustion, i.e., the combustion by the conventional combustion method, is performed. In addition, in drawing 11, the vertical axis L shows, the amount of trodding, i.e., the demand load, of an accelerator pedal 40, and the horizontal axis N shows the engine rotational frequency. Moreover, in drawing 11, X (N) shows the 1st boundary of the 1st operating range I and the 2nd operating range II, and Y (N) shows the 2nd boundary of the 1st operating range I and the 2nd operating range II. A change judgment of a operating range from the 1st operating range I to the 2nd operating range II is made based on the 1st boundary X (N), and a change judgment of a operating range to the 1st operating range I is made based on the 2nd boundary Y (N) from the 2nd operating range II.

[0046] That is, if the demand load L crosses the 1st boundary X (N) which is the function of the engine rotational frequency N when an engine's operational status is in the 1st operating range I and low-temperature combustion is performed, it will be judged that a operating range moved to the 2nd operating range II, and combustion by the conventional combustion method is performed. Subsequently, if the demand load L becomes lower than the 2nd boundary Y (N) which is the function of the engine rotational frequency N, it will be judged that a operating range moved to the 1st operating range I, and low-temperature combustion will be performed again.

[0047] Drawing 12 shows the output of the air-fuel ratio sensor 21. As shown in drawing 12, the output current I of the

air-fuel ratio sensor 21 changes according to air-fuel ratio A/F. Therefore, an air-fuel ratio can be known from the output current I of the air-fuel ratio sensor 21. Next, the operation control in the 1st operating range I and the 2nd operating range II is explained roughly, referring to drawing 13.

[0048] Drawing 13 shows the opening of the throttle valve 16 to the demand load L, the opening of the EGR control valve 23, an EGR rate, an air-fuel ratio, fuel injection timing, and the injection quantity. The opening of a throttle valve 16 is made to increase gradually in the 1st operating range I of a low of the demand load L from [ near the close by-pass bulb completely ] to a half-opening grade, as shown in drawing 13 as the demand load L becomes high, and the opening of the EGR control valve 23 is made to increase gradually from [ near the close by-pass bulb completely ] to full open as the demand load L becomes high. moreover, in the example shown in drawing 13, an EGR rate may be about 70% in the 1st operating range I -- having -- \*\*\*\* -- an air-fuel ratio -- only -- foolish \*\* -- it considers as the RIN RIN air-fuel ratio

[0049] if it puts in another way -- the 1st operating range I -- an EGR rate -- about 70% -- becoming -- an air-fuel ratio -- only -- foolish \*\* -- the opening of a throttle valve 16 and the opening of the EGR control valve 23 are controlled to become a RIN RIN air-fuel ratio in addition, this time -- an air-fuel ratio -- the output signal of the air-fuel ratio sensor 21 -- being based -- the opening of the EGR control valve 23 -- an amendment -- it is controlled by things by the target RIN air-fuel ratio Moreover, in the 1st operating range I, fuel injection is performed in front of the compression top dead center TDC. In this case, injection start stage  $\theta_{S}$  becomes late as the demand load L becomes high, and injection start stage  $\theta_{S}$  becomes late as completion stage of injection  $\theta_{E}$  also becomes late.

[0050] In addition, at the time of idling operation, a throttle valve 16 is closed to near the close by-pass bulb completely, and it is made to also close the EGR control valve 23 to near the close by-pass bulb completely at this time. Since the pressure in the first combustion chamber 5 of compression will become low if a throttle valve 16 is closed to near the close by-pass bulb completely, a compression pressure becomes small. Since a work of compression with a piston 4 will become small if a compression pressure becomes small, vibration of the engine main part 1 becomes small. That is, in order to suppress vibration of the engine main part 1 at the time of idling operation, a throttle valve 16 is made to close the valve to near the close by-pass bulb completely.

[0051] On the other hand, when an engine's operating range changes to the 2nd operating range II from the 1st operating range I, the opening of a throttle valve 16 is made to increase in the shape of a step in the full open direction from a half-opening state. In the example shown in drawing 13 at this time, an EGR rate is made to decrease in the shape of a step from about 70% to 40 or less %, and an air-fuel ratio is enlarged the shape of a step. That is, since an EGR rate jumps over the EGR rate range ( drawing 9 ) which generates a lot of smokes, when an engine's operating range changes to the 2nd operating range II from the 1st operating range I, a lot of smokes do not occur.

[0052] Combustion currently performed from the former is performed in the 2nd operating range II. At this combustion method, they are soot and NOx. Although it generates a little, when thermal efficiency is high compared with low-temperature combustion, therefore an engine's operating range changes to the 2nd operating range II from the 1st operating range I, the injection quantity is made to decrease in the shape of a step, as shown in drawing 13.

[0053] In the 2nd operating range II, a throttle valve 16 is held except for a part at a full open state, and opening of the EGR control valve 23 will be gradually made small, if the demand load L becomes high. In this operating range II, an EGR rate becomes so low that the demand load L becomes high, and an air-fuel ratio becomes so small that the demand load L becomes high. However, even if the demand load L becomes high, let an air-fuel ratio be a RIN air-fuel ratio. Moreover, let injection start stage  $\theta_{S}$  be near compression top dead center TDC in the 2nd operating range II.

[0054] Drawing 14 shows air-fuel ratio A/F in the 1st operating range I. In drawing 14, each curve shown by A/F=15.5, A/F=16, A/F=17, and A/F=18 shows the time of air-fuel ratios being 15.5, 16, 17, and 18, respectively, and the air-fuel ratio between each curve is defined by proportional distribution. As shown in drawing 14, in the 1st operating range I, the air-fuel ratio serves as RIN, and further, by the 1st operating range I, air-fuel ratio A/F is made into RIN, so that the demand load L becomes low.

[0055] That is, the calorific value by combustion decreases, so that the demand load L becomes low. Therefore, even if it reduces an EGR rate so that the demand load L becomes low, low-temperature combustion can be performed. Air-fuel ratio A/F is enlarged as an air-fuel ratio becomes large, therefore it is shown in drawing 14 and the demand load L will become low, if an EGR rate is reduced. In order for specific fuel consumption to improve, so that air-fuel ratio A/F becomes large, therefore to make an air-fuel ratio into RIN as much as possible, by this example, air-fuel ratio A/F is enlarged as the demand load L becomes low.

[0056] In addition, as the target opening ST of the throttle valve 16 required to consider as the target air-fuel ratio which shows an air-fuel ratio to drawing 14 is shown in drawing 15 (A), it memorizes in ROM32 beforehand in the form of a map as a function of the demand load L and the engine rotational frequency N. As the target opening SE of the EGR control valve 23 required to consider as the target air-fuel ratio which shows an air-fuel ratio to drawing 14 is

shown in drawing 15 (B), it memorizes in ROM32 beforehand in the form of a map as a function of the demand load L and the engine rotational frequency N.

[0057] Drawing 16 shows the target air-fuel ratio in case the second combustion, i.e., the ordinary combustion by the conventional combustion method, is performed. In addition, each curve shown by  $A/F=24$ ,  $A/F=35$ ,  $A/F=45$ , and  $A/F=60$  in drawing 16 shows the target air-fuel ratios 24, 35, 45, and 60, respectively. As the target opening ST of the throttle valve 16 required to make an air-fuel ratio into this target air-fuel ratio is shown in drawing 17 (A), it memorizes in ROM32 beforehand in the form of a map as a function of the demand load L and the engine rotational frequency N. As the target opening SE of the EGR control valve 23 required to make an air-fuel ratio into this target air-fuel ratio is shown in drawing 17 (B), it memorizes in ROM32 beforehand in the form of a map as a function of the demand load L and the engine rotational frequency N.

[0058] In this way, by the diesel power plant of this example, based on the amount L of treading in of an accelerator pedal 40, and the engine rotational frequency N, it is switched, the first combustion, i.e., low-temperature combustion, and the second combustion, i.e., ordinary combustion, and opening control of a throttle valve 16 and an EGR valve is carried out on the map shown in drawing 15 or drawing 17 in each combustion based on the amount L of treading in of an accelerator pedal 40, and the engine rotational frequency N.

[0059] Drawing 18 is the plan showing an exhaust emission control device, and drawing 19 is the side elevation. This exhaust emission control device possesses second connection 21b which connects first connection 21a which connects the change section 19 the one side of the change section 19 connected to the downstream of an exhaust manifold 17 through the exhaust pipe 18, a particulate filter 20, and a particulate filter 20, and the other side of a particulate filter 20 and the change section 19, and the flueway 22 of the downstream of the change section 19. The change section 19 possesses valve element 19a which makes it possible to intercept an exhaust air flow within the change section 19. Valve element 19a is driven by the negative pressure actuator or the step motor. In one interception position of valve element 19a, while the upstream in the change section 19 is opened for free passage with first connection 21a, the downstream in the change section 19 is opened for free passage with second connection 21b, and exhaust gas flows from the one side of a particulate filter 20 to the other side, as an arrow shows to drawing 18.

[0060] Moreover, drawing 20 shows the interception position of another side of valve element 19a. In this interception position, while the upstream in the change section 19 is opened for free passage with second connection 21b, the downstream in the change section 19 is opened for free passage with first connection 21a, and exhaust gas flows from the other side of a particulate filter 20 to one side, as an arrow shows to drawing 20. In this way, it becomes possible by switching valve element 19a to be able to reverse the direction of the exhaust gas which flows into a particulate filter 20, namely, to reverse the exhaust air upstream and exhaust air downstream of a particulate filter 20.

[0061] Thus, this exhaust emission control device makes it possible to reverse the exhaust air upstream and exhaust air downstream of a particulate filter by very easy composition. Moreover, in a particulate filter, although a big effective-area product is needed in order to make the inflow of exhaust gas easy, it is usable in the particulate filter which has a big effective-area product, without worsening vehicles loading nature in this exhaust emission control device.

[0062] On the other hand, in order that this exhaust emission control device may reverse the exhaust air upstream and exhaust air downstream of a particulate filter, while rotating valve element 19a from one interception position to the interception position of another side, as shown in drawing 21, exhaust gas is emitted into the atmosphere, without passing a particulate filter. Moreover, as this exhaust emission control device is shown in drawing 18 and 19, the reducing-agent feeder 23 for supplying a reducing agent like fuel to a particulate filter 20 is formed in the exhaust pipe 18 located in the upstream of the change section 19. Furthermore, the exhaust air throttle valve 24 in which the opening control by the step motor etc. is possible is arranged in the position which always serves as a downstream of a particulate filter 20 irrespective of an inversion with the exhaust air upstream of a particulate filter 20 and exhaust air downstream by valve element 19a.

[0063] The structure of a particulate filter 20 is shown in drawing 22. In addition, in drawing 22, (A) is the front view of a particulate filter 20, and (B) is a side cross section. As shown in these drawings, this particulate filter 20 is a wall flow type which makes the honeycomb structure which has an ellipse transverse-plane configuration, for example, was formed from a porous material like a cordylite, and has the direction space of an axis of a large number subdivided by the septum 54 which extends in many directions of an axis. In the two adjoining direction space of an axis, with a plug 53, one side is closed by the exhaust air downstream, and another side is closed by the exhaust air upstream. In this way, one side of the two adjoining direction space of an axis serves as the inflow path 50 of exhaust gas, another side serves as the outflow path 51, and to drawing 22 (B), exhaust gas surely passes a septum 54, as an arrow shows. Although the particulate in exhaust gas is very small as compared with the size of the pore of a septum 54, on the pore front face on the exhaust air inlet face of a septum 54, and in a septum 54, it collides and the uptake of it is carried out. In this way, each septum 54 functions as a uptake wall which carries out the uptake of the particulate. In this particulate

filter 20, in order to carry out oxidization removal of the particulate by which the uptake was carried out, the active oxygen discharge agent preferably explained below also on the pore front face in a septum 54 using an alumina etc. and the noble metal catalyst are supported on the both-sides front face of a septum 54.

[0064] An active oxygen discharge agent emits the oxygen held when promote particulate oxidization by emitting active oxygen, oxygen was incorporated when the excess oxygen existed in the circumference preferably, oxygen was held and the surrounding oxygen density fell in the form of active oxygen.

[0065] As a noble metal catalyst, usually, Platinum Pt is used and at least one chosen from alkaline earth metal like Potassium K, Sodium Na, Lithium Li, Caesium Cs, alkali metal like Rubidium Rb, Barium Ba, Calcium calcium, and Strontium Sr as an active oxygen discharge agent, Lanthanum La, rare earth like Yttrium Y, and transition metals is used.

[0066] In addition, it is desirable to use alkali metal or alkaline earth metal K with an ionization tendency higher than Calcium calcium, i.e., a potassium, Lithium Li, Caesium Cs, Rubidium Rb, Barium Ba, and Strontium Sr as an active oxygen discharge agent in this case.

[0067] Next, the particulate filter which supports such an active oxygen discharge agent explains what oxidization removal of the particulate by which the uptake was carried out is carried out taking the case of the case of Platinum Pt and Potassium K. Even if it uses other noble metals, alkali metal, alkaline earth metal, rare earth, and transition metals, the same particulate removal operation is performed.

[0068] By the diesel power plant, combustion is usually performed by the basis with superfluous air, therefore exhaust gas includes a lot of excess airs. That is, if the ratio of the air and fuel which were supplied to the inhalation-of-air path and the combustion chamber is called the air-fuel ratio of exhaust gas, this air-fuel ratio serves as RIN. Moreover, in the combustion chamber, since NO occurs, NO is contained in exhaust gas. Moreover, Sulfur S is contained in fuel, this sulfur S reacts with oxygen by the combustion chamber, and it is SO<sub>2</sub>. It becomes. Therefore, in exhaust gas, it is SO<sub>2</sub>. It is contained. Therefore, an excess oxygen, and NO and SO<sub>2</sub> The included exhaust gas will flow into the exhaust air upstream of a particulate filter 20.

[0069] Drawing 23 (A) and (B) express typically the enlarged view of the exhaust gas contact surface in a particulate filter 20. In addition, in drawing 23 (A) and (B), 60 shows the particle of Platinum Pt, and 61 shows the active oxygen discharge agent containing Potassium K.

[0070] Since a lot of excess oxygens are contained in exhaust gas as mentioned above, when exhaust gas contacts in the exhaust gas contact surface of a particulate filter, as shown in drawing 23 (A), it is these oxygen O<sub>2</sub>. O<sub>2</sub> - Or it adheres to the front face of Platinum Pt in the form of O<sub>2</sub>-. On the other hand, NO in exhaust gas is O<sub>2</sub> on the front face of Platinum Pt. - Or it reacts with O<sub>2</sub>- and is set to NO<sub>2</sub> ( $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$ ). Subsequently, generated NO<sub>2</sub> A part is a nitrate ion NO<sub>3</sub>, as shown in drawing 23 (A), being absorbed in the active oxygen discharge agent 61, and combining with Potassium K oxidizing on Platinum Pt. - It is spread in the active oxygen discharge agent 61 in a form, and is a potassium nitrate KNO<sub>3</sub>. It generates. Thus, detrimental NO<sub>x</sub> contained in exhaust gas in this example It can absorb to a particulate filter 20 and the burst size to the inside of the atmosphere can be decreased sharply.

[0071] On the other hand, as mentioned above, in exhaust gas, it is SO<sub>2</sub>. It is contained and is this SO<sub>2</sub>. It is absorbed in the active oxygen discharge agent 61 by the same mechanism as NO. that is, it mentioned above -- as -- oxygen O<sub>2</sub> O<sub>2</sub>- or the form of O<sub>2</sub>- the front face of Platinum Pt -- adhering -- \*\*\*\* -- SO<sub>2</sub> in exhaust gas the front face of Platinum Pt -- O<sub>2</sub>- or O<sub>2</sub>- reacting -- SO<sub>3</sub> It becomes. Subsequently, generated SO<sub>3</sub> A part is sulfate-ion SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, being absorbed in the active oxygen discharge agent 61, and combining with Potassium K oxidizing further on Platinum Pt. - It is spread in the active oxygen discharge agent 61 in a form, and is potassium sulfate K<sub>2</sub> SO<sub>4</sub>. It generates. Thus, in the active oxygen discharge catalyst 61, it is a potassium nitrate KNO<sub>3</sub>. And potassium sulfate K<sub>2</sub> SO<sub>4</sub> It is generated.

[0072] The particulate in exhaust gas adheres on the front face of the active oxygen discharge agent 61 supported by the particulate filter, as drawing 23 (B) shown in 62. this time -- a particulate -- an oxygen density falls in the contact surface of 62 and the active oxygen discharge agent 61 if an oxygen density falls -- between the inside of the high active oxygen discharge agent 61 of an oxygen density -- a concentration difference -- being generated -- thus -- the oxygen in the active oxygen discharge agent 61 -- a particulate -- it is going to move towards the contact surface of 62 and the active oxygen discharge agent 61 consequently, potassium nitrate KNO<sub>3</sub> currently formed in the active oxygen discharge agent 61 it decomposes into Potassium K and Oxygen O and NO -- having -- Oxygen O -- a particulate -- NO is emitted to the active oxygen discharge agent 61 shell exterior toward the contact surface of 62 and the active oxygen discharge agent 61 NO emitted outside oxidizes on the platinum Pt of a downstream, and is again absorbed in the active oxygen discharge agent 61.

[0073] potassium sulfate K<sub>2</sub> SO<sub>4</sub> currently formed in the active oxygen discharge agent 61 on the other hand at this time Potassium K and oxygen O and SO<sub>2</sub> it decomposes -- having -- Oxygen O -- a particulate -- the contact surface of 62 and the active oxygen discharge agent 61 -- going -- SO<sub>2</sub> It is emitted to the active oxygen discharge agent 61 shell

exterior. SO<sub>2</sub> emitted outside It oxidizes on the platinum Pt of a downstream and is again absorbed in the active oxygen discharge agent 61. However, potassium sulfate K<sub>2</sub> SO<sub>4</sub> Since it is stabilizing, it is a potassium nitrate KNO<sub>3</sub>. It compares and is hard to emit active oxygen.

[0074] on the other hand -- a particulate -- the oxygen O which goes to the contact surface of 62 and the active oxygen discharge agent 61 -- potassium nitrate KNO<sub>3</sub> Potassium sulfate K<sub>2</sub> SO<sub>4</sub> It is oxygen decomposed from the compound [ like ]. The oxygen O decomposed from the compound has high energy, and has very high activity. Therefore, the oxygen which goes to the contact surface of particulate 62 and the active oxygen discharge agent 61 is active oxygen O. these active oxygen O -- a particulate -- particulate 62 is made to oxidize, if 62 is contacted, without emitting a luminous flame

[0075] By the way, since Platinum Pt and the active oxygen discharge agent 61 are activated so that the temperature of a catalytic converter becomes high, the amount of the active oxygen O by which the active oxygen discharge agent 61 is emitted to per unit time increases, so that the temperature of a catalytic converter becomes high. Therefore, without emitting a luminous flame on a catalytic converter per unit time, the oxidization removable amount of particles which can oxidization remove a particulate increases, so that the temperature of a particulate filter becomes high.

[0076] The solid line of drawing 24 shows the oxidization removable amount G of particles in which oxidization removal is possible, without emitting a luminous flame to per unit time. In addition, in drawing 24 , the horizontal axis shows the temperature TF of a particulate filter. Oxidization removal is carried out without emitting a luminous flame in a particulate filter to the inside of a short time, as soon as the uptake of all the particulates by which this amount M of eccrisis particles was discharged from the combustion chamber in the field I of drawing 24 when fewer than the oxidization removable amount G of particles will be carried out to a particulate filter, if the particulate amount discharged by per unit time from a combustion chamber is called the amount M of eccrisis particles.

[0077] On the other hand, when [ than the oxidization removable amount G of particles ] more, in the field II of drawing 24 , the amount of active oxygen wants the amount M of eccrisis particles for oxidizing all particulates. Drawing 25 (A) - (C) shows the situation of the particulate oxidization in such a case.

[0078] that is, when oxidizing all particulates runs short of the amounts of active oxygen, it is shown in drawing 25 (A) -- as -- a particulate -- the particulate portion which a part of particulate 62 oxidized when 62 adhered on the active oxygen discharge agent 61, and did not fully oxidize remains on the exhaust air upstream side of a particulate filter Subsequently, if the state where the amounts of active oxygen are insufficient continues, the particulate portion which did not oxidize from a degree to a degree will remain on an exhaust air upstream face, and as shown in drawing 25 (B) as a result, the exhaust air upstream face of a particulate filter will come to be worn by the remains particulate portion 63.

[0079] Such a remains particulate portion 63 is NO by Platinum Pt when it deteriorates in the quality of carbon which cannot oxidize easily gradually and an exhaust air upstream face is being worn by the remains particulate portion 63, and SO<sub>2</sub>. The oxidation and a discharge operation of the active oxygen by the active oxygen discharge agent 61 are suppressed. Although the remains particulate portion 63 can be gradually oxidized by that cause if many hours are spent 64 accumulates on a degree from a degree. it is shown in drawing 25 (C) -- as -- another particulate on the remains particulate portion 63 -- That is, if a particulate accumulates in the shape of a laminating, since these particulates have separated distance from Platinum Pt or the active oxygen discharge agent, even if it is the particulate which metaphor oxidization is easy to be carried out, it does not oxidize by active oxygen. Therefore, still more nearly another particulate accumulates from a degree on this particulate 64 to a degree. That is, if more states than the oxidization removable amount G of particles continue [ the amount M of eccrisis particles ], on a particulate filter, a particulate will accumulate in the shape of a laminating.

[0080] Thus, a particulate is made to oxidize in the field I of drawing 24 by the inside of a short time, without emitting a luminous flame on a particulate filter, and a particulate accumulates in the shape of a laminating on a particulate filter in the field II of drawing 24 . Therefore, if relation between the amount M of eccrisis particles and the oxidization removable amount G of particles is made into Field I, particulate deposition of a up to [ a particulate filter ] can be prevented. However, if it does not restrict that this is always realized but nothing is carried out, a particulate may accumulate on a particulate filter.

[0081] In this example, by carrying out supply control of the reducing-agent feeder 23, and change control of valve element 19a according to the first flow chart shown in drawing 26 by the above-mentioned electronic control unit 30, and mainly carrying out the temperature up of the particulate filter, as shown in drawing 24 , the oxidization removable amount of particles was raised and particulate deposition in a particulate filter is prevented. This flow chart is repeated for every predetermined time. First, in Step 101, it is judged whether the addition time t is more than the setup time ts. This addition time t is the addition time after switching valve element 19a. Although the addition time t is integrated and it ends in Step 106 when the judgment in Step 101 is denied, when affirmed, it progresses to Step 102. At Step

102, supply of a reducing agent is started by the reducing-agent feeder 23. Subsequently, valve element 19a is switched in Step 102. That is, the exhaust air upstream and exhaust air downstream of a particulate filter are reversed. Subsequently, supply of a reducing agent is stopped in Step 104, in Step 105, it is reset by 0, the addition time  $t$  is newly integrated in Step 106, and the addition time  $t$  is ended.

[0082] Although an oxidation catalyst like Platinum Pt is supported as the particulate filter 20 of this example was mentioned above, since a reducing agent usually like HC and CO is seldom contained in the exhaust gas of a diesel power plant, the temperature up of the particulate filter is not carried out by the heat of combustion of a reducing agent. This only mainly depends for the temperature of a particulate filter on exhaust gas temperature. In this way, although the exhaust air entrance section (exhaust air entrance-side edge of each septum) of a particulate filter is maintained by exhaust gas temperature, especially the exhaust air outlet section (exhaust air outlet side edge of each septum) also has the outflow of the heat by exhaust gas, and serves as remarkable low temperature from the exhaust air entrance section.

[0083] After switching valve element 19a and reversing the exhaust air upstream and exhaust air downstream of a particulate filter, even if a reducing agent is supplied by the reducing-agent feeder, if the present exhaust air entrance section serves as low temperature in this way, in the exhaust air entrance section, by the oxidation catalyst, a reducing agent cannot be burned good and, on the whole, the temperature up of the particulate filter cannot be carried out. However, in the first flow chart, since a reducing agent is supplied by the reducing-agent feeder before switching a valve element for every setup time  $t_s$  and switching a valve element, in exhaust gas temperature, a reducing agent burns comparatively good by the oxidation catalyst in the exhaust air entrance section of the particulate filter currently maintained, and comparatively a lot of heat of combustion is generated. Thereby, while the exhaust air entrance section of a particulate filter carries out a temperature up, in the exhaust air outlet section, comparatively a lot of heat of combustion more than the outflow of heat comes, and a temperature up is carried out more sharply than the exhaust air entrance section.

[0084] Subsequently, since an exhaust air upstream and an exhaust air downstream are reversed by the valve element, while the reducing agent supplied by the time supply of a reducing agent was stopped burns good in the present exhaust air entrance section by which the temperature up was carried out sharply, generates still a lot of heat of combustion and carrying out the temperature up of the exhaust air entrance section further, the temperature up of the exhaust air outlet section is carried out sharply. In this way, the temperature up of the whole particulate filter can be effectively carried out using a comparatively little reducing agent, and even if it makes it improve sharply, operation in the field II of drawing 24 is frequently performed between the setup times  $t_s$  and a certain amount of particulate remains and deposits the oxidization removable amount of particles on a particulate filter, oxidization removal of this particulate can be carried out good. Moreover, before switching a valve element, poisoning of the oxidation catalyst in the exhaust air entrance section of a particulate filter is carried out by the meltable organic component (SOF), and although the depression may be carried out, since the temperature up of this oxidation catalyst that will be located in the exhaust air outlet section after an inversion with an exhaust air upstream and an exhaust air downstream is carried out sharply, it can recover SOF poisoning good as mentioned above.

[0085] Drawing 27 is the expanded sectional view of the septum 54 of a particulate filter. Although the exhaust air inlet face of a septum 54 which mainly collides, and the exhaust air gas-stream opposed face in pore carry out the collision uptake of the particulate as one uptake side and exhaust gas carries out oxidization removal by the active oxygen discharge agent between the setup times  $t_s$  as a grid shows to drawing 27 (A) since operation in the field II of drawing 24 is carried out, this oxidization removing may become inadequate and a particulate may remain. At this time, although the exhaust back pressure of a particulate filter is not the forge fire which has a bad influence on a vehicles run, if a particulate accumulates further, problems, such as a sharp fall of unit power, will be generated. If the exhaust air upstream and exhaust air downstream of a particulate filter are reversed at this time, oxidization removal of the remains particulate will be gradually carried out by the active oxygen which a particulate does not accumulate further on the particulate which remains to one uptake side of a septum 54, and is emitted from one uptake side. Moreover, it is destroyed easily, and is subdivided by the exhaust air gas stream of an opposite direction, and the particulate which remains especially in the pore of a septum moves to a downstream by it, as shown in drawing 27 (B).

[0086] Thereby, many subdivided particulates are distributed in the pore of a septum, and an opportunity to contact directly the active oxygen discharge agent which the pore internal surface of a septum was made to support, and carry out oxidization removal increases. in this way, it becomes that a remains particulate is boiled markedly and it is easy to carry out oxidization removal by making an active oxygen discharge agent support also into the pore of a septum Furthermore, in addition to this oxidization removal, oxidization removal is carried out by the active oxygen which the new particulate in exhaust gas adhered and was emitted from the active oxygen discharge agent by the uptake side of



another side of the septum 54 which became an upstream by the adverse current of exhaust gas, i.e., the exhaust air inlet face of a septum 54 with which exhaust gas mainly collides in present, and the exhaust air gas-stream opposed face in pore (one uptake side serves as a relation of an opposite side). A part of active oxygen emitted from the active oxygen discharge agent on the occasion of these oxidization removal moves to a downstream with exhaust gas, and it carries out oxidization removal of the particulate still deposited also by the adverse current of exhaust gas.

[0087] That is, the remaining active oxygen used for the particulate oxidization removal in respect of the uptake of another side of a septum by the adverse current of not only the active oxygen emitted from this uptake side but exhaust gas arrives at the remains particulate of one uptake side of a septum with exhaust gas. By that cause, though the particulate has accumulated on one uptake side of a septum in the shape of a laminating to some extent at the switch time of a valve element For active oxygen to arrive also at the particulate deposited on a remains particulate, if exhaust gas is made to flow backwards in addition, since a particulate does not accumulate further If oxidization removal is carried out gradually and a deposition particulate has a certain amount of time by next adverse current, oxidization removal is fully possible for it between them. Thus, although oxidization removal is possible for a deposition particulate, only the adverse current of exhaust gas will enable it to carry out oxidization removal of remains and the deposition particulate in positive and comparatively short time, if the oxidization removable amount of particles is raised by the temperature up of a particulate filter.

[0088] A switch of a valve element seems not to deteriorate in the first flow chart in the quality of carbon which is at the switch time of a valve element though operation in the field II of drawing 24 is performed frequently between them, since it carries out for every setup time  $t_s$ , a lot of particulates have not accumulated on the particulate filter, and is left by the deposition particulate on a particulate filter for a long period of time, and cannot oxidize easily. In this way, like the above-mentioned, when oxidization removal of remains and the deposition particulate can be carried out certainly and a lot of deposition particulates burn at once, a lot of heat of combustion occurs, and problems, such as carrying out the erosion of the particulate filter, do not occur. Of course, the switch stage of a valve element is good also as arbitrary stages when it may not be limited for every setup time, and every setting mileage is sufficient at, and a deposition particulate does not deteriorate in the quality of carbon, without a lot of particulates accumulating. Moreover, the diesel power plant of this example switches and carries out the first combustion and the second combustion, and the first combustion contains comparatively a lot of HC and COs, i.e., a reducing agent, in exhaust gas like the above-mentioned. Without preparing a reducing-agent feeder especially in an engine exhaust air system, the first combustion is used as a reducing-agent supply means, and you may make it switch a valve element during implementation of the first combustion by that cause.

[0089] Moreover, if a reducing agent is contained in exhaust gas and this burns by the oxidation catalyst, the oxygen density in exhaust gas will fall. It becomes at a stretch that it is easy to carry out combustion removal, without the particulate deposited by the active oxygen O which active oxygen O was emitted to the active oxygen discharge agent 61 shell exterior at a stretch, and was emitted to these breath by that cause emitting a luminous flame. In the uptake side of another side of a particulate filter septum where the particulate does not remain after reversing the exhaust air upstream and exhaust air downstream of a particulate filter by valve element 19a, since it is easy to emit active oxygen as compared with one uptake side, combustion of the reducing agent after an inversion makes active oxygen emit so much, and makes it possible to carry out oxidization removal of the remains particulate still more certainly.

[0090] thus, the thing for which the exhaust air upstream and exhaust air downstream of a particulate filter are reversed -- in addition, it is very effective in remains and oxidization removal of a deposition particulate to supply a reducing agent before and after this inversion However, as the structure of the change section 19 of this example was mentioned above, some exhaust gas will bypass a particulate filter 20 during the switch in the interception position of another side of valve element 19a from one interception position. Thereby, if a reducing agent is supplied at this time, a reducing agent will be emitted into the atmosphere. It is desirable to interrupt supply of the reducing agent by the reducing-agent feeder 23 by that cause, when valve element 19a is located between one interception position and the interception position of another side during a switch.

[0091] Moreover, if the particulate is contained in exhaust gas during the switch of a valve element, this particulate will be emitted into the atmosphere. Drawing 28 is the second flow chart for preventing this and carrying out oxidization removal of the deposition particulate. In addition to controlling a reducing-agent feeder and a valve element, this flow chart also controls an exhaust air throttle valve, and is repeated for every predetermined time. First, in Step 201, it is judged whether the temperature T of a particulate filter is more than the setting temperature  $T_s$ . Like at the time of engine starting, when this judgment is denied, the oxidization removable amount of particles of an active oxygen discharge agent is low, and must carry out the temperature up of the particulate filter immediately. Thereby, it progresses to Step 202 and supply of a reducing agent is started. However, the exhaust air throttle valve 24 is made to carry out opening reduction from full open in Step 203, since an oxidation catalyst is also fully activable at this setting



temperature  $T_s$  and a reducing agent cannot fully be burned, the heat of exhaust gas is made to act to a particulate filter effectively, and the temperature up of the exhaust air entrance section of a particulate filter is carried out to the activation temperature of an oxidation catalyst at least.

[0092] Here, in order to consider as a cheap thing, as for the reducing-agent feeder 23 for supplying a reducing agent to an engine exhaust air system, it is desirable that a reducing agent is injected by low voltage. Moreover, since thermal resistance high in order to prepare near the engine exhaust air system is needed, as for the control section possessing the valve element for starting and stopping supply of a reducing agent etc., it is desirable to separate from an engine exhaust air system like [ in an ENJIRU room ], and to install. In this way, this control section and the reducing-agent supply position of an engine exhaust air system will be connected by supply pipes, such as stainless steel. With such composition, when the exhaust-air-pressure force in the reducing-agent supply position of an engine exhaust air system increases, supply interruption of the reducing agent which the inside of a comparatively long supply pipe serves as big capacity, and is injected by low voltage through this big capacity will be carried out automatically. Thereby, in practice, even if it starts supply of a reducing agent by control of a reducing-agent feeder, if the exhaust-air-pressure force in the reducing-agent supply position of an engine exhaust air system increases by opening reduction of an exhaust air throttle valve, while being stopped by supply of a reducing agent and carrying out the temperature up of the exhaust air entrance section of a particulate filter to the activation temperature of an oxidation catalyst, a reducing agent will not be supplied to a particulate filter.

[0093] Subsequently, in Step 204, if the increase in opening of the exhaust air throttle valve is carried out to full open, actually, a reducing agent is supplied to an engine exhaust air system, a reducing agent is supplied to the exhaust air entrance section of the particulate filter which carried out the temperature up to the activation temperature of an oxidation catalyst, the exhaust-air-pressure force in the reducing-agent supply position of an engine exhaust air system can decline, and it can raise [ the temperature up of the particulate filter can be further carried out by the heat of combustion of a reducing agent, and ] the oxidization removable amount of particles. Although the temperature sensor arranged at the particulate filter may be used for judgment at Step 201, the temperature of a particulate filter may be presumed from the present engine operational status, and you may be made to process Step 202 to the step 205 at the time of engine starting for every engine starting noting that the temperature of a particulate filter is below setting temperature. Moreover, after increasing the opening of an exhaust air throttle valve in Step 204 if it is possible to supply a reducing agent to a particulate filter as meant so that a reducing-agent feeder may supply a reducing agent by fuel injection for example, such using not composition but using an engine fuel injection valve, or so that an exhaust air line may supply a reducing agent to an engine exhaust air system by high pressure, you may make it supply a reducing agent.

[0094] On the other hand, when the judgment in Step 201 is affirmed, in Step 206, it is judged whether it is at the engine slowdown time. Although it ends as it is when this judgment is denied, when affirmed, it progresses to Step 207 and supply of a reducing agent is started. Subsequently, in Step 208, opening reduction of the exhaust air throttle valve 24 is carried out from full open. At this time, opening reduction speed is made late, or a predetermined time is prepared after processing of Step 207, Step 208 is processed, and a reducing agent is actually supplied to a particulate filter. Thereby, as the first flow chart explained the particulate filter, while the temperature up of the exhaust air entrance section is carried out by combustion of the reducing agent in the exhaust air entrance section, the temperature up of the exhaust air outlet section is carried out more than the exhaust air entrance section. Then, the exhaust-air-pressure force in the supply position of the reducing agent in an engine exhaust air system increases, and supply of a reducing agent is stopped in practice by opening reduction of the exhaust air throttle valve 24.

[0095] Subsequently, a valve element is switched in Step 209, namely, the exhaust air upstream and exhaust air downstream of a particulate filter are reversed. Since it is at the engine slowdown time at this time, the fuel cut is carried out, or since fuel oil consumption is slight, in exhaust gas, a particulate is hardly contained. Moreover, since supply of a reducing agent is also stopped, even if a reducing agent is contained in exhaust gas, it is not. Thereby, even if exhaust gas bypasses a particulate filter during a switch of a valve element, a particulate and a reducing agent are not emitted into the atmosphere. Moreover, opening reduction of the exhaust air throttle valve at the time of an engine slowdown can heighten vehicles damping force by engine brake operation.

[0096] Subsequently, in Step 210, opening of an exhaust air throttle valve is considered as full open, the exhaust-air-pressure force in the supply position of the reducing agent in an engine exhaust air system declines, supply of a reducing agent is resumed, and supply of a reducing agent is stopped in Step 211 after that. Thereby, in order to supply a reducing agent and to burn this reducing agent good, while carrying out the temperature up of the exhaust air entrance section further with great heat of combustion, the temperature up of the exhaust air outlet section is sharply carried out to the present exhaust air entrance section made into the high temperature of a particulate filter. In this way, the temperature up of the whole particulate filter can be effectively carried out using a comparatively little reducing

agent, and the oxidization removable amount of particles is raised sharply.

[0097] In this way, in this flow chart, a valve element is switched with supply of a reducing agent for every time of an engine slowdown. What is necessary is just to detect treading in to a brake pedal, or opening of an accelerator pedal in judgment at the time of this engine slowdown. It is unthinkable that an engine slowdown is not performed over a long period of time, though operation in the field II of drawing 24 is frequently performed while a valve element is switched, a lot of particulates have not deposited it on the particulate filter, and it is left by the deposition particulate on a particulate filter for a long period of time, and seems in this way, not to deteriorate in the quality of carbon. Thereby, like the above-mentioned, when oxidization removal of remains and the deposition particulate can be carried out certainly and a lot of deposition particulates burn at once, a lot of heat of combustion occurs, and problems, such as carrying out the erosion of the particulate filter, do not occur. Although it is desirable to consider as the position which always serves as an exhaust air downstream of a particulate filter as for the position of an exhaust air throttle valve in order to carry out the temperature up of the temperature of a particulate filter with exhaust gas, if used only for the supply interruption of the reducing agent at the time of a switch of a valve element, that will be good also as an upstream of a particulate filter at the downstream of the supply position of a reducing agent.

[0098] Whenever the temperature of the entrance section of a particulate filter is more than the activity temperature of an oxidation catalyst at least, you may make it supply a reducing agent, of course in the first flow chart and the second flow chart, although it was mainly made to carry out supply of a reducing agent before and after the switch of a valve element. Since the temperature of a particulate filter is always fully raised and the oxidization removable amount of particles is always maintained highly by that cause, it is also possible to prevent particulate deposition in a particulate filter mostly. However, since sulfate will be generated by the oxidation catalyst by the sulfur content in fuel when fuel is used as a reducing agent if the temperature of a particulate filter turns into more than predetermined temperature, when it becomes more than this predetermined temperature, being stopped is desirable [ supplying fuel as a reducing agent ].

[0099] This particulate filter supports an oxidation catalyst and an active oxygen discharge agent in center-section 20a', and an oxidation catalyst is supported so much and it is made drawing 29 be drawing showing the particulate filter which has another composition with the above-mentioned, and to have had high oxidation capacity in both-ends 20b' and 20c' as compared with the center section. thereby -- the -- one -- a flow chart -- and -- the -- two -- a flow chart -- like -- a valve element -- a switch -- order -- setting -- a particulate filter -- a reducing agent -- supplying -- if -- this -- a reducing agent -- very much -- little -- even if -- a particulate filter -- inside -- having flowed -- immediately after -- being high -- oxidation capacity -- having -- a particulate filter -- exhaust air -- an entrance -- the section -- becoming -- an end -- the section -- 20 -- b -- ' -- or -- 20 -- c -- ' Furthermore, the temperature up of the end section which serves as the exhaust air outlet section of a particulate filter while a reducing agent is certainly burned in the other end which has hot and high oxidation capacity even if a reducing agent is supplied to this other end by switch of a valve element and this reducing agent is very little and carrying out the temperature up of the other end further with this heat of combustion is carried out more than the other end. In this way, as compared with the particulate filter shown in drawing 18 , it also enables a still more nearly little reducing agent to carry out the temperature up of the whole particulate filter certainly.

[0100] Moreover, even if it does not supply especially a reducing agent, since the exhaust air entrance section of a particulate filter has always high oxidation capacity, it can also carry out the temperature up of the whole particulate filter comparatively good only by being able to burn certainly reduction components, such as HC, CO, etc. which are contained in a minute amount, and switching a valve element into exhaust gas.

[0101] In this way, if the temperature up of the whole particulate filter is carried out, the oxidization removable amount of particles in center-section 20a can improve, and can carry out oxidization removal of the particulate remained and deposited on a particulate filter good. Of course, there is only no oxidation catalyst in the both ends of a particulate filter, an active oxygen discharge agent can also be supported to them, and, thereby, oxidization removal also of the particulate remained and deposited on the both ends of a particulate filter can be carried out good by active oxygen to them.

[0102] By the way, the calcium calcium in exhaust gas is SO<sub>3</sub>. A calcium sulfate CaSO<sub>4</sub> like [ when it exists ] the ash mentioned above It generates. This calcium sulfate CaSO<sub>4</sub> SO<sub>3</sub> which will be diffused in the active oxygen discharge agent 61 if alkali metal with an ionization tendency higher than Calcium calcium or alkaline earth metal K, for example, a potassium, is used as an active oxygen discharge agent 61 in order to prevent the blinding of the particulate filter to twist It combines with Potassium K and is potassium sulfate K<sub>2</sub> SO<sub>4</sub>. Forming, Calcium calcium is SO<sub>3</sub>. The septum of a catalytic converter is passed without joining together. Therefore, it is lost that a particulate filter carries out blinding with an ash. In this way, it will be desirable to use alkali metal or alkaline earth metal K with an ionization tendency higher than Calcium calcium, i.e., a potassium, Lithium Li, Caesium Cs, Rubidium Rb, Barium Ba, and

Strontium Sr as an active oxygen discharge agent 61, as mentioned above.

[0103] Moreover, NO<sub>2</sub> held on the front face of Platinum Pt even if it makes a particulate filter support only noble metals like Platinum Pt as an active oxygen discharge agent Or SO<sub>3</sub> Shell active oxygen can be made to emit.

However, the solid line which shows the oxidization removable amount G of particles in this case moves to right-hand side a little compared with the solid line shown in drawing 24 . Moreover, it is also possible to use Seria as an active oxygen discharge agent. If the oxygen density of Seria in exhaust gas is high, it will absorb oxygen, and since it is what emits active oxygen when the oxygen density in exhaust gas falls, it needs to make the air-fuel ratio of exhaust gas periodically rich to an indeterminate term for particulate oxidization removal.

[0104] Moreover, it is NO<sub>x</sub> in exhaust gas as an active oxygen discharge agent. NO<sub>x</sub> used for purification It is also possible to use an occlusion reduction catalyst. In this case, NO<sub>x</sub> which carried out occlusion And SO<sub>x</sub> In order to make it emit, it is necessary to make the air-fuel ratio of exhaust gas rich temporarily at least, and supply of the reducing agent in the first flow chart and the second flow chart can also be used as this rich-ized control.

[0105] Although the diesel power plant of this example shall usually switch combustion with low-temperature combustion and shall be carried out, this cannot limit this invention and, of course, this invention can be applied also to the diesel power plant which usually only burns, or the gasoline engine which discharges a particulate.

[0106]  
[Effect of the Invention] Thus, the particulate filter which has been arranged at the engine exhaust air system according to the exhaust emission control device of the internal combustion engine by this invention, The inversion means for reversing the exhaust air upstream and exhaust air downstream of a particulate filter, The reducing-agent supply means for supplying a reducing agent to a particulate filter from the upstream of an inversion means is provided. a particulate filter Have a uptake wall for carrying out the uptake of the particulate, and an oxidation catalyst and an active oxygen discharge agent are supported by the uptake wall. When a uptake wall has the first uptake side and the second uptake side and the exhaust air upstream and exhaust air downstream of a particulate filter are reversed by the inversion means, in order to carry out the uptake of the particulate, the first uptake side and the second uptake side of a uptake wall are used by turns. Although it may become inadequate oxidization removing according to an active oxygen discharge agent by that cause depending on operational status and a certain amount of particulate may remain in the first uptake side of a particulate filter uptake wall, oxidization removal is gradually started by the active oxygen which a particulate does not newly accumulate on the first uptake side of a uptake wall, and is emitted by inversion with the exhaust air upstream of a particulate filter and exhaust air downstream by the inversion means from the active oxygen discharge agent of the first uptake side. Simultaneously, a particulate uptake and oxidization removal are started by the second uptake side of a uptake wall, and the remaining active oxygen used by this oxidization removal arrives at the particulate which remains to the first uptake side with exhaust gas, and carries out oxidization removal of the remains particulate. In this way, by inversion with the exhaust air upstream of a particulate filter, and an exhaust air downstream, oxidization removal of the remains particulate can be carried out good, and the blinding of a particulate filter can be prevented. Furthermore, if a reducing agent is supplied to a particulate filter by the reducing-agent supply means from the upstream of an inversion means, the oxidation catalyst supported by the particulate filter burns a reducing agent, while a particulate filter carries out a temperature up and the oxidization removable amount of particles improves with this heat of combustion, the oxygen density in exhaust gas will fall by combustion of a reducing agent, and the oxidization removable amount of particles will improve also by this. In this way, the oxidization removable amount of particles of a particulate filter can improve very much by supply of a reducing agent, and oxidization removal of the particulate remained and deposited on a particulate filter can be carried out still more certainly and comparatively in a short time.

[0107] Moreover, the particulate filter which has been arranged at the engine exhaust air system according to the exhaust emission control device of another internal combustion engine by this invention, The inversion means for reversing the exhaust air upstream and exhaust air downstream of a particulate filter is provided. a particulate filter Have a uptake wall for carrying out the uptake of the particulate, and an oxidation catalyst and an active oxygen discharge agent are supported by the uptake wall. When it has the first uptake side and the second uptake side and the exhaust air upstream and exhaust air downstream of a particulate filter are reversed by the inversion means, a uptake wall In order to carry out the uptake of the particulate, the first uptake side and the second uptake side of a uptake wall are used by turns, and the both-sides section of a particulate filter has high oxidation capacity as compared with the center section of the particulate filter. Thereby, like the above-mentioned, by inversion with the exhaust air upstream of a particulate filter, and an exhaust air downstream, oxidization removal of the remains particulate can be carried out good, and the blinding of a particulate filter can be prevented. Furthermore, since the oxidation capacity in the both-sides section of a particulate filter is heightened, even if only few reducing substances are contained in exhaust gas, this reducing substance is burned good, the temperature up of the particulate filter can be carried out with this heat of

combustion, the oxidization removable amount of particles can be raised, and oxidization removal of the particulate remained and deposited on a particulate filter can be carried out still more certainly and comparatively in a short time.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

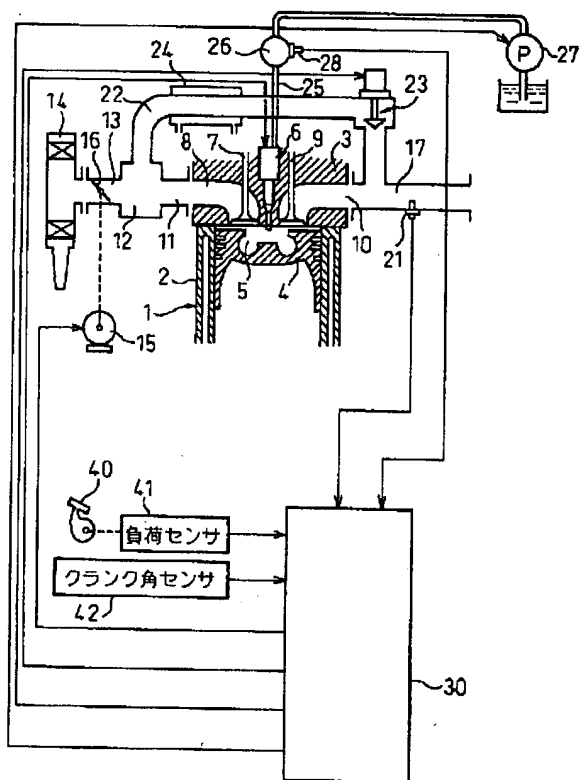
Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

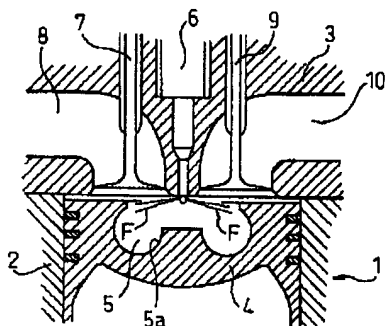
[Drawing 1]

図 1



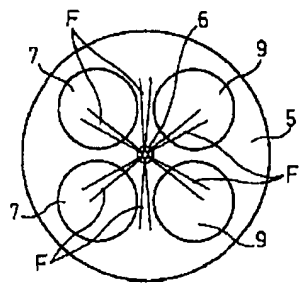
[Drawing 2]

図 2



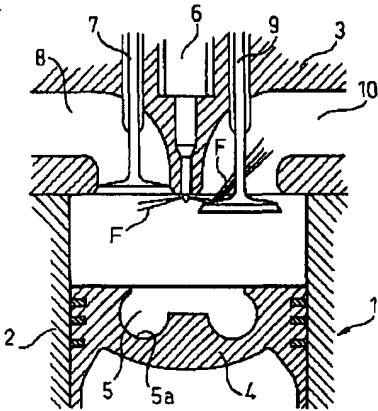
[Drawing 3]

図 3



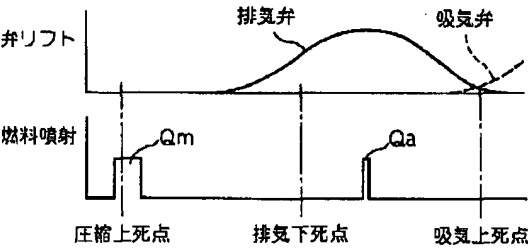
[Drawing 4]

図 4



[Drawing 5]

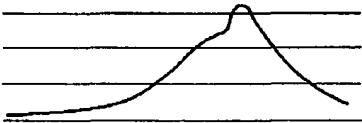
図 5



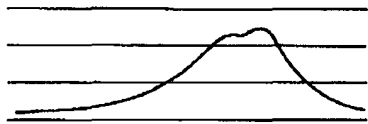
[Drawing 7]

図 7

(A)

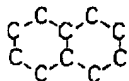
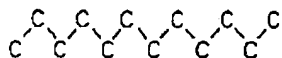


(B)



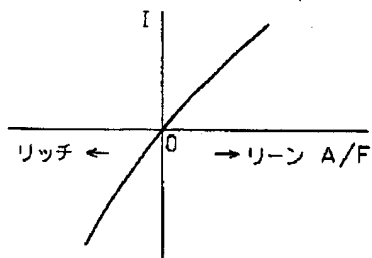
[Drawing 8]

図 8



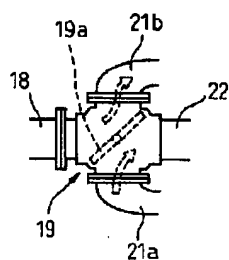
[Drawing 12]

図 12



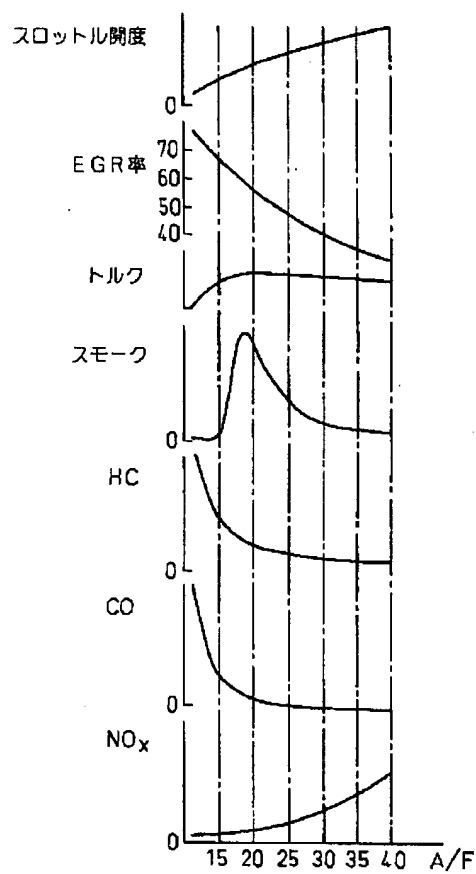
[Drawing 20]

図 20



[Drawing 6]

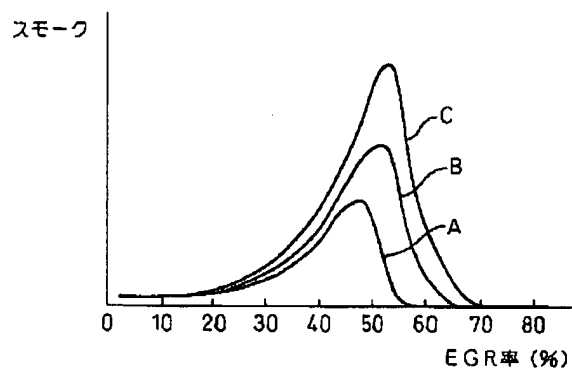
図 6





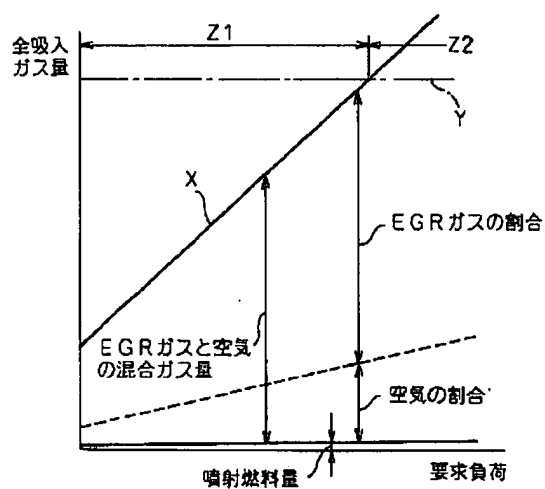
[Drawing 9]

図 9



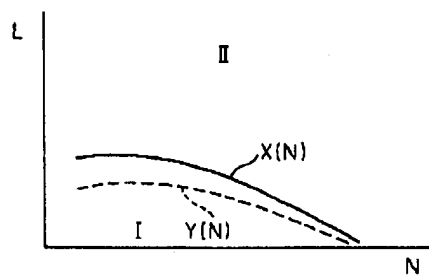
[Drawing 10]

図 10



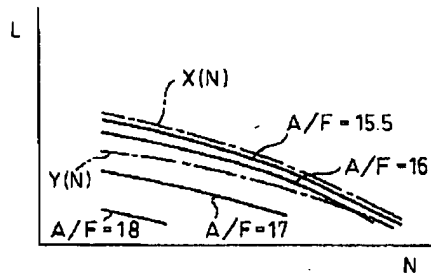
[Drawing 11]

図 11

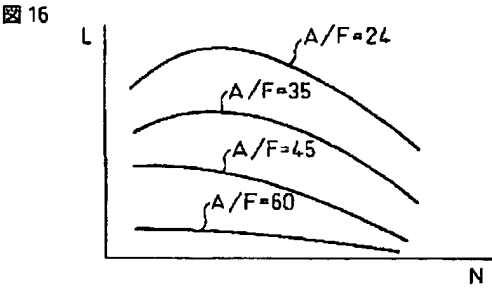


[Drawing 14]

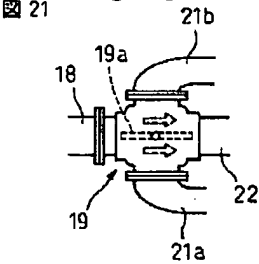
図 14



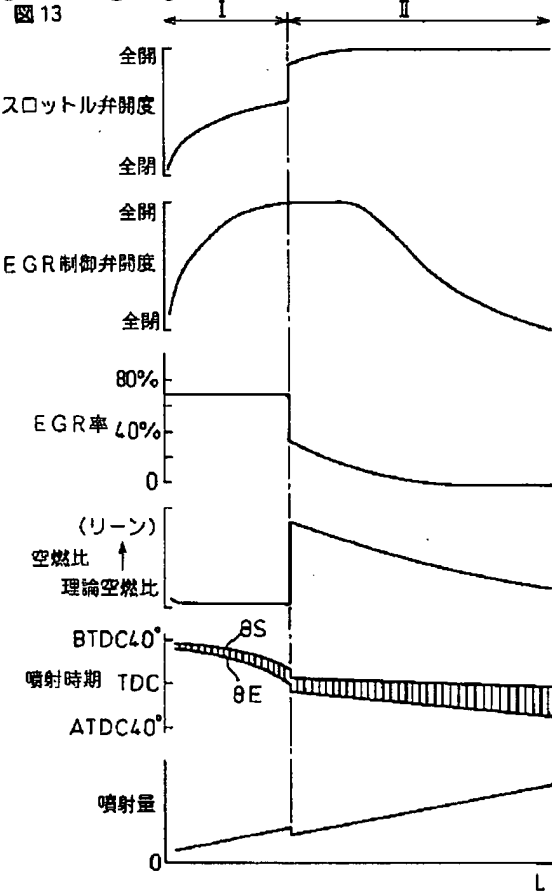
[Drawing 16]



[Drawing 21]

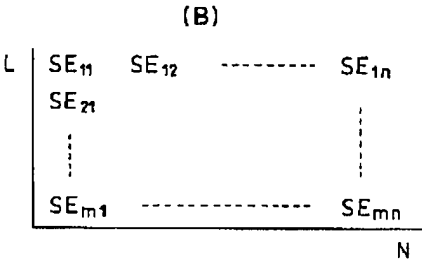
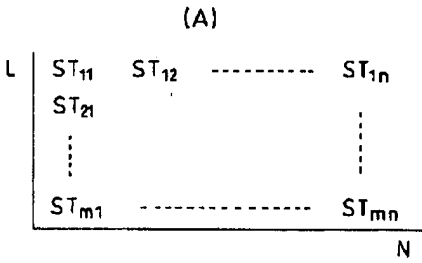


[Drawing 13]



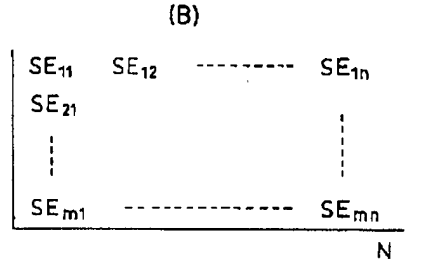
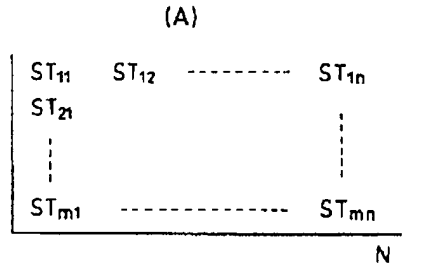
[Drawing 15]

15



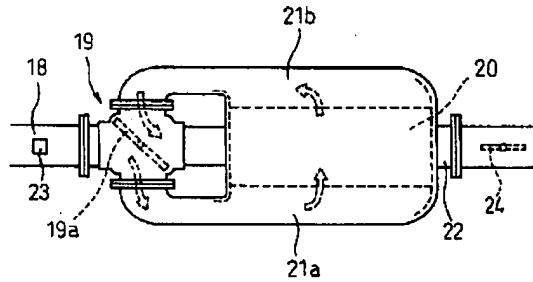
[Drawing 17]

17



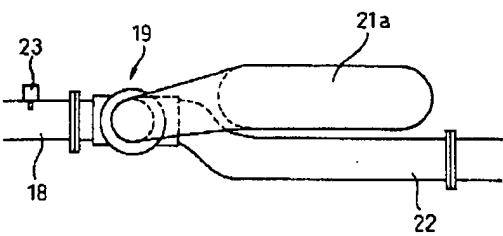
[Drawing 18]

18



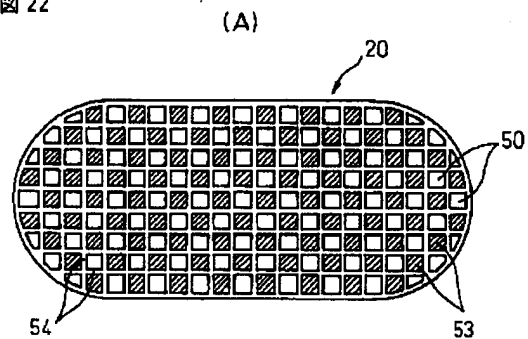
[Drawing 19]

19

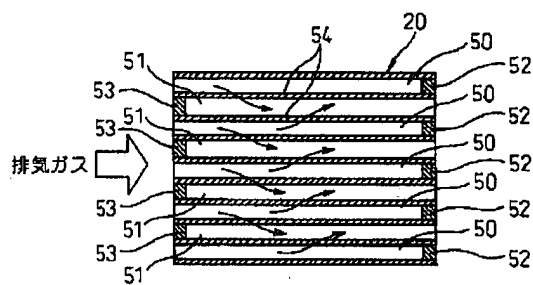


[Drawing 22]

図 22



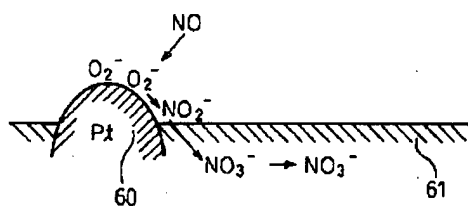
(B)



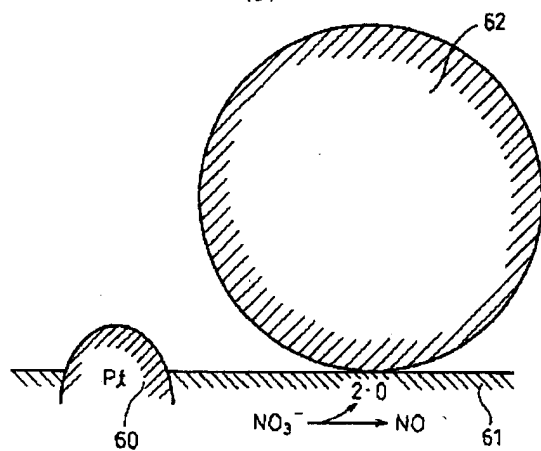
[Drawing 23]

図 23

(A)

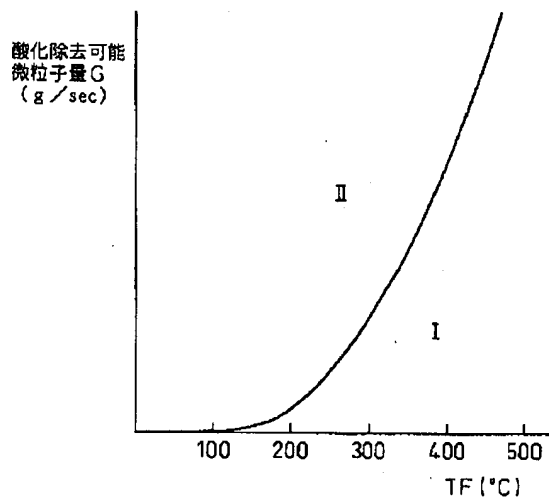


(B)



[Drawing 24]

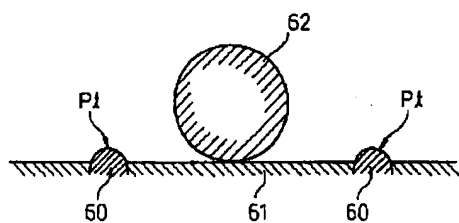
图 24



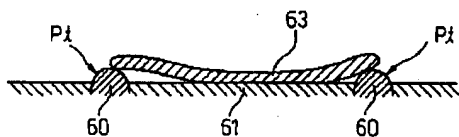
[Drawing 25]

图 25

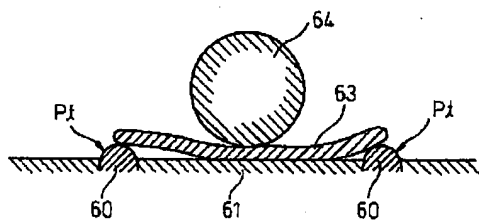
(A)



(B)

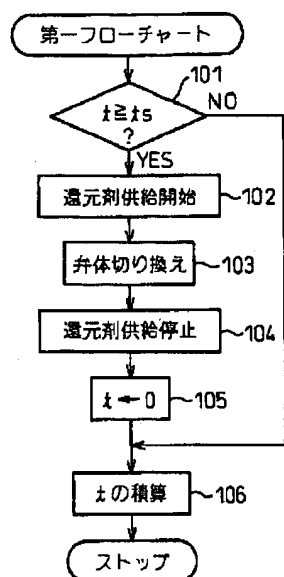


(C)



[Drawing 26]

図 26

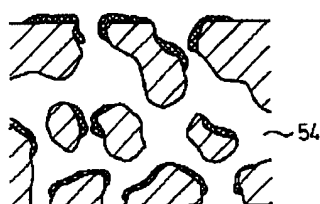


[Drawing 27]

図 27

(A)

排気ガス流れ



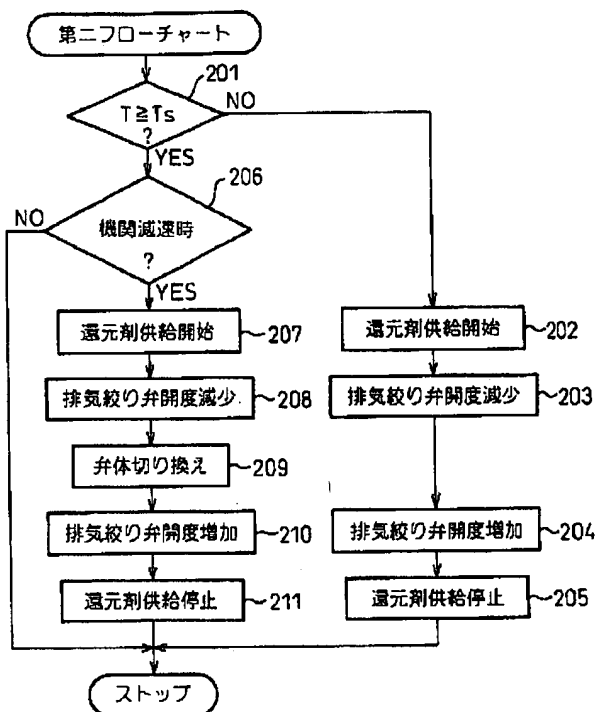
(B)



↑  
排気ガス流れ

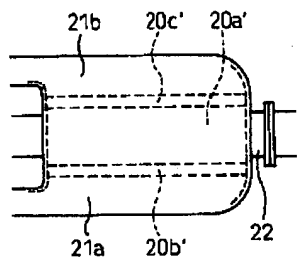
[Drawing 28]

図 28



[Drawing 29]

図 29



[Translation done.]



(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2001271637 A**

(43) Date of publication of application: **05.10.01**

(51) Int. Cl. **F01N 3/02**  
**B01D 46/42**  
**B01D 53/94**

(21) Application number: **2000093024**

(22) Date of filing: **28.03.00**

(71) Applicant: **TOYOTA MOTOR CORP**

(72) Inventor: **HIROTA SHINYA**  
**TANAKA TOSHIAKI**  
**NAKATANI KOICHIRO**

(54) **EXHAUST EMISSION CONTROL DEVICE FOR  
INTERNAL COMBUSTION ENGINE**

(57) Abstract

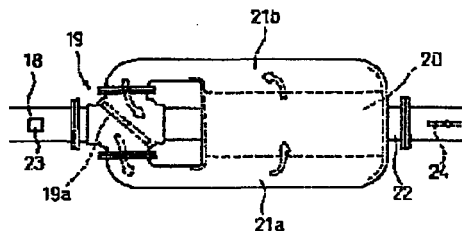
PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent clogging of a particulate filter by reliably oxidizing and removing particulates collected through means of the back flow of exhaust gas.

SOLUTION: This exhaust emission control device is provided with a particulate filter 20 arranged on an engine exhaust system, a reversing means 19 for reversing the exhaust upstream side and the exhaust downstream side of the particulate filter, and a reducing agent supply means 23 for supplying a reducing agent from the upstream side of the reversing means to the particulate filter. The particulate filter is provided with a collecting wall for collecting particulates, an oxidizing catalyst and an active oxygen discharging agent are carried on the collecting wall, and the collecting wall is provided with a first collecting surface and a second collecting surface. The exhaust upstream side and the exhaust downstream side of the particulate filter are reversed by the reversing

means, and the first collecting surface and the second collecting surface are used alternately in order to collect particulates.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

図 18



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-271637

(P2001-271637A)

(43)公開日 平成13年10月5日(2001.10.5)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

F 0 1 N 3/02

識別記号

3 2 1

F I

F 0 1 N 3/02

テーマコード(参考)

3 2 1 J 3 G 0 9 0

3 2 1 A 4 D 0 4 8

3 2 1 B 4 D 0 5 8

3 2 1 D

3 2 1 Z

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 21 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2000-93024(P2000-93024)

(22)出願日 平成12年3月28日(2000.3.28)

(71)出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72)発明者 広田 信也

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 田中 俊明

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74)代理人 100077517

弁理士 石田 敬 (外2名)

最終頁に続く

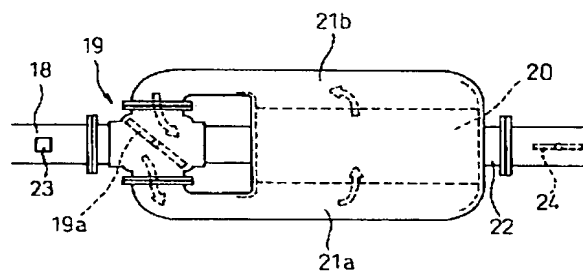
(54)【発明の名称】 内燃機関の排気浄化装置

(57)【要約】

【課題】 排気ガスの逆流によって捕集したパティキュレートを実際に酸化除去し、パティキュレートフィルタの目詰まりを防止することである。

【解決手段】 機関排気系に配置されたパティキュレートフィルタ20と、パティキュレートフィルタの排気上流側と排気下流側とを逆転するための逆転手段19と、逆転手段の上流側からパティキュレートフィルタへ還元剤を供給するための還元剤供給手段23とを具備し、パティキュレートフィルタは、パティキュレートを捕集するための捕集壁を有し、捕集壁には酸化触媒と活性酸素放出剤とが担持され、捕集壁は第一捕集面と第二捕集面とを有し、逆転手段によってパティキュレートフィルタの排気上流側と排気下流側とが逆転されることにより、パティキュレートを捕集するために捕集壁の第一捕集面と第二捕集面とが交互に使用される。

図 18



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 機関排気系に配置されたパティキュレートフィルタと、前記パティキュレートフィルタの排気上流側と排気下流側とを逆転するための逆転手段と、前記逆転手段の上流側から前記パティキュレートフィルタへ還元剤を供給するための還元剤供給手段とを具備し、前記パティキュレートフィルタは、パティキュレートを捕集するための捕集壁を有し、前記捕集壁には酸化触媒と活性酸素放出剤とが担持され、前記捕集壁は第一捕集面と第二捕集面とを有し、前記逆転手段によって前記パティキュレートフィルタの排気上流側と排気下流側とが逆転されることにより、パティキュレートを捕集するために前記捕集壁の前記第一捕集面と前記第二捕集面とが交互に使用されることを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

【請求項2】 前記活性酸素放出剤は、周囲に過剰酸素が存在すると酸素を取込んで酸素を保持しかつ周囲の酸素濃度が低下すると保持した酸素を活性酸素の形で放出することを特徴とする請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項3】 前記還元剤供給手段は、少なくとも前記逆転手段によって前記パティキュレートフィルタの排気上流側と排気下流側とが逆転される時の前後において前記還元剤を供給することを特徴とする請求項1又は2に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項4】 前記逆転手段は、弁体を具備し、前記弁体を第一位置から第二位置へ切り換えることによって、前記パティキュレートフィルタの排気上流側と排気下流側とを逆転させ、前記弁体が前記第一位置から前記第二位置へ切り換わる間において、少なくとも排気ガスの一部が前記パティキュレートフィルタをバイパスするようになっており、前記弁体が前記第一位置と前記第二位置との間に位置する時には、前記還元剤供給手段による前記還元剤の供給が中止されることを特徴とする請求項1から3のいずれかに記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項5】 機関排気系における常に前記パティキュレートフィルタの下流側となる位置には排気絞り弁が設けられ、前記パティキュレートフィルタの温度が設定温度より低い時には前記排気絞り弁によって排気ガスの通過を抑制させて前記パティキュレートフィルタの温度を前記設定温度以上とさせ、その後に前記還元剤供給手段によって前記還元剤が供給されることを特徴とする請求項1から3のいずれかに記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項6】 前記逆転手段は、弁体を具備し、前記弁体を第一位置から第二位置へ切り換えることによって、前記パティキュレートフィルタの排気上流側と排気下流側とを逆転させ、前記弁体が前記第一位置から前記第二位置へ切り換わる間において、少なくとも排気ガスの一部が前記パティキュレートフィルタをバイパスするよう

になっており、前記還元剤供給手段は、機関排気系へ低圧で還元剤を供給するものであり、機関排気系の前記還元剤供給手段による前記還元剤の供給位置より下流側には、排気絞り弁が設けられ、機関減速時には前記排気絞り弁によって排気ガスの通過を抑制させると共に前記弁体によって前記パティキュレートフィルタの排気上流側と排気下流側とを逆転させること特徴とする請求項1から3のいずれかに記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項7】 機関排気系に配置されたパティキュレートフィルタと、前記パティキュレートフィルタの排気上流側と排気下流側とを逆転するための逆転手段とを具備し、前記パティキュレートフィルタは、パティキュレートを捕集するための捕集壁を有し、前記捕集壁には酸化触媒と活性酸素放出剤とが担持され、前記捕集壁は第一捕集面と第二捕集面とを有し、前記逆転手段によってパティキュレートフィルタの排気上流側と排気下流側とが逆転されることにより、パティキュレートを捕集するために前記捕集壁の前記第一捕集面と前記第二捕集面とが交互に使用され、前記パティキュレートフィルタの両側部は、前記パティキュレートフィルタの中央部に比較して高い酸化能力を有していることを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

【請求項8】 前記活性酸素放出剤は、周囲に過剰酸素が存在すると酸素を取込んで酸素を保持しかつ周囲の酸素濃度が低下すると保持した酸素を活性酸素の形で放出することを特徴とする請求項7に記載の内燃機関の排気浄化装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、内燃機関の排気浄化装置に関する。

【0002】

【従来の技術】内燃機関、特に、ディーゼルエンジンの排気ガス中には煤を主成分とするパティキュレートが含まれている。パティキュレートは有害物質であるために、大気放出以前にパティキュレートを捕集するためのフィルタを機関排気系に配置することが提案されている。このようなフィルタは、目詰まりによる排気抵抗の増加を防止するために、捕集したパティキュレートを焼失させることが必要である。

【0003】このようなフィルタ再生において、パティキュレートは約600℃となれば着火燃焼するが、ディーゼルエンジンの排気ガス温度は、通常時において600℃よりかなり低く、通常はフィルタ自身を加熱する等の手段が必要である。

【0004】特公平7-106290号公報には、白金族金属とアルカリ土金属酸化物とをフィルタに担持させれば、フィルタ上のパティキュレートは、ディーゼルエンジンの通常時の排気ガス温度である約400℃で連続的に焼失することが開示されている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このフィルタを使用しても、常に排気ガス温度が400℃程度となっているとは限らず、また、運転状態によってはディーゼルエンジンから多量のパティキュレートが放出されることもあり、各時間で焼失できなかったパティキュレートがフィルタ上に徐々に堆積することがある。

【0006】このフィルタにおいて、ある程度パティキュレートが堆積すると、パティキュレート焼失能力が極端に低下するために、もはや自身でフィルタを再生することはできない。このように、この種のフィルタを単に機関排気系に配置しただけでは、比較的早期に目詰まりが発生することがある。

【0007】従って、本発明の目的は、排気ガスの逆流によって捕集したパティキュレートを確実に酸化除去し、パティキュレートフィルタの目詰まりを防止することができる内燃機関の排気浄化装置を提供することである。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明による請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置は、機関排気系に配置されたパティキュレートフィルタと、前記パティキュレートフィルタの排気上流側と排気下流側とを逆転するための逆転手段と、前記逆転手段の上流側から前記パティキュレートフィルタへ還元剤を供給するための還元剤供給手段とを具備し、前記パティキュレートフィルタは、パティキュレートを捕集するための捕集壁を有し、前記捕集壁には酸化触媒と活性酸素放出剤とが担持され、前記捕集壁は第一捕集面と第二捕集面とを有し、前記逆転手段によって前記パティキュレートフィルタの排気上流側と排気下流側とが逆転されることにより、パティキュレートを捕集するために前記捕集壁の前記第一捕集面と前記第二捕集面とが交互に使用されることを特徴とする。

【0009】また、本発明による請求項2に記載の内燃機関の排気浄化装置は、請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置において、前記活性酸素放出剤は、周囲に過剰酸素が存在すると酸素を取込んで酸素を保持しかつ周囲の酸素濃度が低下すると保持した酸素を活性酸素の形で放出することを特徴とする。

【0010】また、本発明による請求項3に記載の内燃機関の排気浄化装置は、請求項1又は2に記載の内燃機関の排気浄化装置において、前記還元剤供給手段は、少なくとも前記逆転手段によって前記パティキュレートフィルタの排気上流側と排気下流側とが逆転される時の前後において前記還元剤を供給することを特徴とする。

【0011】また、本発明による請求項4に記載の内燃機関の排気浄化装置は、請求項1から3のいずれかに記載の内燃機関の排気浄化装置において、前記逆転手段は、弁体を具備し、前記弁体を第一位置から第二位置へ切り換えることによって、前記パティキュレートフィルタの排気上流側と排気下流側とを逆転させ、前記弁体が前記第一位置から前記第二位置へ切り換わる間において、少なくとも排気ガスの一部が前記パティキュレートフィルタをバイパスするようになっており、前記弁体が前記第一位置と前記第二位置との間に位置する時には、前記還元剤供給手段による前記還元剤の供給が中止されることを特徴とする。

【0012】また、本発明による請求項5に記載の内燃機関の排気浄化装置は、請求項1から3のいずれかに記載の内燃機関の排気浄化装置において、機関排気系における常に前記パティキュレートフィルタの下流側となる位置には排気絞り弁が設けられ、前記パティキュレートフィルタの温度が設定温度より低い時には前記排気絞り弁によって排気ガスの通過を抑制させて前記パティキュレートフィルタの温度を前記設定温度以上とさせ、その後前記還元剤供給手段によって前記還元剤が供給されることを特徴とする。

【0013】また、本発明による請求項6に記載の内燃機関の排気浄化装置は、請求項1から3のいずれかに記載の内燃機関の排気浄化装置において、前記逆転手段は、弁体を具備し、前記弁体を第一位置から第二位置へ切り換えることによって、前記パティキュレートフィルタの排気上流側と排気下流側とを逆転させ、前記弁体が前記第一位置から前記第二位置へ切り換わる間において、少なくとも排気ガスの一部が前記パティキュレートフィルタをバイパスするようになっており、前記還元剤供給手段は、機関排気系へ低圧で還元剤を供給するものであり、機関排気系の前記還元剤供給手段による前記還元剤の供給位置より下流側には、排気絞り弁が設けられ、機関減速時には前記排気絞り弁によって排気ガスの通過を抑制させると共に前記弁体によって前記パティキュレートフィルタの排気上流側と排気下流側とを逆転させること特徴とする。

【0014】また、本発明による請求項7に記載の内燃機関の排気浄化装置は、機関排気系に配置されたパティキュレートフィルタと、前記パティキュレートフィルタの排気上流側と排気下流側とを逆転するための逆転手段とを具備し、前記パティキュレートフィルタは、パティキュレートを捕集するための捕集壁を有し、前記捕集壁には酸化触媒と活性酸素放出剤とが担持され、前記捕集壁は第一捕集面と第二捕集面とを有し、前記逆転手段によってパティキュレートフィルタの排気上流側と排気下流側とが逆転されることにより、パティキュレートを捕集するために前記捕集壁の前記第一捕集面と前記第二捕集面とが交互に使用され、前記パティキュレートフィルタの両側部は、前記パティキュレートフィルタの中央部に比較して高い酸化能力を有していることを特徴とする。

【0015】また、本発明による請求項8に記載の内燃機関の排気浄化装置は、請求項7に記載の内燃機関の排気浄化装置において、前記逆転手段は、弁体を具備し、前記弁体を第一位置から第二位置へ切り換えることによって、前記パティキュレートフィルタの排気上流側と排気下流側とを逆転させ、前記弁体が前記第一位置から前記第二位置へ切り換わる間において、少なくとも排気ガスの一部が前記パティキュレートフィルタをバイパスするようになっており、前記還元剤供給手段は、機関排気系へ低圧で還元剤を供給するものであり、機関排気系の前記還元剤供給手段による前記還元剤の供給位置より下流側には、排気絞り弁が設けられ、機関減速時には前記排気絞り弁によって排気ガスの通過を抑制させると共に前記弁体によって前記パティキュレートフィルタの排気上流側と排気下流側とを逆転させること特徴とする。

【0016】また、本発明による請求項9に記載の内燃機関の排気浄化装置は、請求項8に記載の内燃機関の排気浄化装置において、前記逆転手段は、弁体を具備し、前記弁体を第一位置から第二位置へ切り換えることによって、前記パティキュレートフィルタの排気上流側と排気下流側とを逆転させ、前記弁体が前記第一位置から前記第二位置へ切り換わる間において、少なくとも排気ガスの一部が前記パティキュレートフィルタをバイパスするようになっており、前記還元剤供給手段は、機関排気系へ低圧で還元剤を供給するものであり、機関排気系の前記還元剤供給手段による前記還元剤の供給位置より下流側には、排気絞り弁が設けられ、機関減速時には前記排気絞り弁によって排気ガスの通過を抑制させると共に前記弁体によって前記パティキュレートフィルタの排気上流側と排気下流側とを逆転させること特徴とする。

気浄化装置において、前記活性酸素放出剤は、周囲に過剰酸素が存在すると酸素を取込んで酸素を保持しかつ周囲の酸素濃度が低下すると保持した酸素を活性酸素の形で放出することを特徴とする。

【0016】

【発明の実施の形態】図1は、本発明による排気浄化装置を備える4ストロークディーゼルエンジンの概略縦断面図を示しており、図2は図1のディーゼルエンジンの燃焼室の拡大縦断面図であり、図3は図1のディーゼルエンジンのシリンダヘッドの底面図である。図1から図3を参照すると、1は機関本体、2はシリンダブロック、3はシリンダヘッド、4はピストン、5aはピストン4の頂面上に形成されたキャビティ、5はキャビティ5a内に形成された燃焼室、6は電気制御式燃料噴射弁、7は一对の吸気弁、8は吸気ポート、9是一对の排気弁、10は排気ポートを夫々示す。吸気ポート8は対応する吸気枝管11を介してサージタンク12に連結され、サージタンク12は吸気ダクト13を介してエアクリーナ14に連結される。吸気ダクト13内には電気モータ15により駆動されるスロットル弁16が配置される。一方、排気ポート10は排気マニホールド17へ接続される。

【0017】図1に示されるように排気マニホールド17内には空燃比センサ21が配置される。排気マニホールド17とサージタンク12とはEGR通路22を介して互いに連結され、EGR通路22内には電気制御式EGR制御弁23が配置される。また、EGR通路22周りにはEGR通路22内を流れるEGRガスを冷却するための冷却装置24が配置される。図1に示される実施例では機関冷却水が冷却装置24内に導びかれ、機関冷却水によってEGRガスが冷却される。

【0018】一方、各燃料噴射弁6は燃料供給管25を介して燃料リザーバ、いわゆるコモンレール26に連結される。このコモンレール26内へは電気制御式の吐出量可変な燃料ポンプ27から燃料が供給され、コモンレール26内に供給された燃料は各燃料供給管25を介して燃料噴射弁6に供給される。コモンレール26にはコモンレール26内の燃料圧を検出するための燃料圧センサ28が取付けられ、燃料圧センサ28の出力信号に基づいてコモンレール26内の燃料圧が目標燃料圧となるように燃料ポンプ27の吐出量が制御される。

【0019】30は電子制御ユニットであり、空燃比センサ21の出力信号と、燃料圧センサ28の出力信号とが入力される。また、アクセルペダル40にはアクセルペダル40の踏み込み量Lに比例した出力電圧を発生する負荷センサ41が接続され、電子制御ユニット30には、負荷センサ41の出力信号も入力され、さらに、クランクシャフトが例えば30°回転する毎に出力パルスを発生するクランク角センサ42の出力信号も入力される。こうして、電子制御ユニット30は、各種信号に基

づき、燃料噴射弁6、電気モータ15、EGR制御弁23、及び、燃料ポンプ27を作動する。

【0020】図2および図3に示されるように本発明による実施例では燃料噴射弁6が6個のノズル口を有するホールノズルからなり、燃料噴射弁6のノズル口からは水平面に対しやや下向きに等角度間隔をもって燃料Fが噴射される。図3に示されるように6個の燃料噴霧Fのうちの2個の燃料噴霧Fは各排気弁9の弁体の下側面に沿って飛散する。図2および図3は圧縮行程末期に燃料噴射が行われたときを示している。このときには燃料噴霧Fはキャビティ5aの内周面に向けて進み、次いで着火燃焼せしめられる。

【0021】図4は排気行程中において排気弁9のリフト量が最大のときに燃料噴射弁6から追加の燃料が噴射された場合を示している。即ち、図5に示されるように圧縮上死点付近において主噴射Qmが行われ、次いで排気行程の中ほどで追加の燃料Qaが噴射された場合を示している。この場合、排気弁9の弁体方向に進む燃料噴霧Fは排気弁9のかさ部背面と排気ポート10間に向かう。即ち、言い換えると燃料噴射弁6の6個のノズル口のうちの2個のノズル口は、排気弁9が開弁しているとき追加の燃料Qaの噴射が行われると燃料噴霧Fが排気弁9のかさ部背面と排気ポート10間に向かうように形成されている。なお、図4に示す実施例ではこのとき燃料噴霧Fが排気弁9のかさ部背面に衝突し、排気弁9のかさ部背面に衝突した燃料噴霧Fは排気弁9のかさ部背面上において反射し、排気ポート10内に向かう。

【0022】なお通常は追加の燃料Qaは噴射されず、主噴射Qmのみが行われる。図6は機関低負荷運転時においてスロットル弁16の開度およびEGR率を変化させることにより空燃比A/F（図6の横軸）を変化させたときの出力トルクの変化、およびスモーク、HC、CO、NO<sub>x</sub>の排出量の変化を示す実験例を表している。図6からわかるようにこの実験例では空燃比A/Fが小さくなるほどEGR率が大きくなり、理論空燃比（≒14.6）以下のときにはEGR率は65パーセント以上となっている。

【0023】図6に示されるようにEGR率を増大することにより空燃比A/Fを小さくしていくとEGR率が40パーセント付近となり空燃比A/Fが30程度になったときにスモークの発生量が増大を開始する。次いで、更にEGR率を高め、空燃比A/Fを小さくするとスモークの発生量が急激に増大してピークに達する。次いで更にEGR率を高め、空燃比A/Fを小さくすると今度はスモークが急激に低下し、EGR率を65パーセント以上とし、空燃比A/Fが15.0付近になるとスモークがほぼ零となる。即ち、煤がほとんど発生しなくなる。このとき機関の出力トルクは若干低下し、またNO<sub>x</sub>の発生量がかなり低くなる。一方、このときHC及びCOの発生量は増大し始める。

【0024】図7 (A) は空燃比  $A/F$  が 2.1 付近でスモークの発生量が最も多いときの燃焼室 5 内の燃焼圧変化を示しており、図7 (B) は空燃比  $A/F$  が 1.8 付近でスモークの発生量がほぼ零のときの燃焼室 5 内の燃焼圧の変化を示している。図7 (A) と図7 (B) とを比較すればわかるようにスモークの発生量がほぼ零である図7 (B) に示す場合はスモークの発生量が多い図7

(A) に示す場合に比べて燃焼圧が低いことがわかる。

【0025】図6 および図7 に示される実験結果から次のことが言える。即ち、まず第1に空燃比  $A/F$  が 1.5、0 以下でスモークの発生量がほぼ零のときには図6 に示されるように  $NO_x$  の発生量がかかなり低下する。 $NO_x$  の発生量が低下したということは燃焼室 5 内の燃焼温度が低下していることを意味しており、従って煤がほとんど発生しないときには燃焼室 5 内の燃焼温度が低くなっていると言える。同じことが図7 からとも言える。即ち、煤がほとんど発生していない図7 (B) に示す状態では燃焼圧が低くなっており、従ってこのとき燃焼室 5 内の燃焼温度は低くなっていることになる。

【0026】第2にスモークの発生量、即ち煤の発生量がほぼ零になると図6 に示されるように  $HC$  および  $CO$  の排出量が増大する。このことは炭化水素が煤まで成長せずに排出されることを意味している。即ち、燃料中に含まれる図8 に示されるような直鎖状炭化水素や芳香族炭化水素は酸素不足の状態温度上昇せしめられると熱分解して煤の前駆体が形成され、次いで主に炭素原子が集合した固体からなる煤が生成される。この場合、実際の煤の生成過程は複雑であり、煤の前駆体がどのような形態をとるかは明確ではないがいずれにしても図8 に示されるような炭化水素は煤の前駆体を経て煤まで成長することになる。従って、上述したように煤の発生量がほぼ零になると図6 に示される如く  $HC$  および  $CO$  の排出量が増大するがこのときの  $HC$  は煤の前駆体又はその前の状態の炭化水素である。

【0027】図6 および図7 に示される実験結果に基づくこれらの考察をまとめると燃焼室 5 内の燃焼温度が低いときには煤の発生量がほぼ零になり、このとき煤の前駆体又はその前の状態の炭化水素が燃焼室 5 から排出されることになる。このことについて更に詳細に実験研究を重ねた結果、燃焼室 5 内における燃料およびその周囲のガス温度が或る温度以下である場合には煤の成長過程が途中で停止してしまい、即ち煤が全く発生せず、燃焼室 5 内における燃料およびその周囲の温度が或る温度以下になると煤が生成されることが判明したのである。

【0028】ところで煤の前駆体の状態で炭化水素の生成過程が停止するときの燃料およびその周囲の温度、即ち上述の或る温度は燃料の種類や空燃比や圧縮比等の種々の要因によって変化するので何度であるかということはいえないがこの或る温度は  $NO_x$  の発生量と深い関係を有しており、従ってこの或る温度は  $NO_x$  の発生量が

ら或る程度規定することができる。即ち、 $EGR$  率が增大するほど燃焼時の燃料およびその周囲のガス温度は低下し、 $NO_x$  の発生量が低下する。このとき  $NO_x$  の発生量が 10 p.p.m 前後又はそれ以下になったときに煤がほとんど発生しなくなる。従って上述の或る温度は  $NO_x$  の発生量が 10 p.p.m 前後又はそれ以下になったときの温度にほぼ一致する。

【0029】一旦、煤が生成されるとこの煤は酸化機能を有する触媒を用いた後処理でもって浄化することはできない。これに対して煤の前駆体又はその前の状態の炭化水素は酸化機能を有する触媒を用いた後処理でもって容易に浄化することができる。このように、 $NO_x$  の発生量を低減すると共に炭化水素を煤の前駆体又はその前の状態で燃焼室 5 から排出させることは排気ガスの浄化に極めて有効である。

【0030】さて、煤が生成される前の状態で炭化水素の成長を停止させるには燃焼室 5 内における燃焼時の燃料およびその周囲のガス温度を煤が生成される温度よりも低い温度に抑制する必要がある。この場合、燃料およびその周囲のガス温度を抑制するには燃料が燃焼した際の燃料周りのガスの吸熱作用が極めて大きく影響することが判明している。

【0031】即ち、燃料周りに空気しか存在しないと蒸発した燃料はただちに空気中の酸素と反応して燃焼する。この場合、燃料から離れている空気の温度はさほど上昇せず、燃料周りの温度のみが局所的に極めて高くなる。即ち、このときには燃料から離れている空気は燃料の燃焼熱の吸熱作用をほとんど行わない。この場合には燃焼温度が局所的に極めて高くなるために、この燃焼熱を受けた未燃炭化水素は煤を生成することになる。

【0032】一方、多量の不活性ガスと少量の空気の混合ガス中に燃料が存在する場合には若干状況が異なる。この場合には蒸発燃料は周囲に拡散して不活性ガス中に混在する酸素と反応し、燃焼することになる。この場合には燃焼熱は周りの不活性ガスに吸収されるために燃焼温度はさほど上昇しなくなる。即ち、燃焼温度を低く抑えることができることになる。即ち、燃焼温度を抑制するには不活性ガスの存在が重要な役割を果しており、不活性ガスの吸熱作用によって燃焼温度を低く抑えることができることになる。

【0033】この場合、燃料およびその周囲のガス温度を煤が生成される温度よりも低い温度に抑制するにはそうするのに十分な熱量を吸収しうだけの不活性ガス量が必要となる。従って燃料量が増大すれば必要となる不活性ガス量はそれに伴って増大することになる。なお、この場合、不活性ガスの比熱が大きいほど吸熱作用は強力となり、従って不活性ガスは比熱の大きなガスが好ましいことになる。この点、 $CO_2$  や  $EGR$  ガスは比較的比熱が大きいので不活性ガスとして  $EGR$  ガスを用いることは好ましいと言える。

【0034】図9は不活性ガスとしてEGRガスを用い、EGRガスの冷却度合を変えたときのEGR率とスモークとの関係を示している。即ち、図9において曲線AはEGRガスを強力に冷却してEGRガス温をほぼ90°Cに維持した場合を示しており、曲線Bは小型の冷却装置でEGRガスを冷却した場合を示しており、曲線CはEGRガスを強制的に冷却していない場合を示している。

【0035】図9の曲線Aで示されるようにEGRガスを強力に冷却した場合にはEGR率が50パーセントよりも少し低いところで煤の発生量がピークとなり、この場合にはEGR率をほぼ55パーセント以上にすれば煤がほとんど発生しなくなる。一方、図9の曲線Bで示されるようにEGRガスを少し冷却した場合にはEGR率が50パーセントよりも少し高いところで煤の発生量がピークとなり、この場合にはEGR率をほぼ65パーセント以上にすれば煤がほとんど発生しなくなる。

【0036】また、図9の曲線Cで示されるようにEGRガスを強制的に冷却していない場合にはEGR率が55パーセントの付近で煤の発生量がピークとなり、この場合にはEGR率をほぼ70パーセント以上にすれば煤がほとんど発生しなくなる。なお、図9は機関負荷が比較的高いときのスモークの発生量を示しており、機関負荷が小さくなると煤の発生量がピークとなるEGR率は若干低下し、煤がほとんど発生しなくなるEGR率の下限も若干低下する。このように煤がほとんど発生しなくなるEGR率の下限はEGRガスの冷却度合や機関負荷に応じて変化する。

【0037】図10は不活性ガスとしてEGRガスを用いた場合において燃焼時の燃料およびその周囲のガス温度を煤が生成される温度よりも低い温度にするために必要なEGRガスと空気の混合ガス量、およびこの混合ガス量中の空気の割合、およびこの混合ガス中のEGRガスの割合を示している。なお、図10において縦軸は燃焼室5内に吸入される全吸入ガス量を示しており、鎖線Yは過給が行われないうちに燃焼室5内に吸入する全吸入ガス量を示している。また、横軸は要求負荷を示しており、Z1は低負荷運転領域を示している。

【0038】図10を参照すると空気の割合、即ち混合ガス中の空気量は噴射された燃料を完全に燃焼せしめるのに必要な空気量を示している。即ち、図10に示される場合では空気量と噴射燃料量との比は理論空燃比となっている。一方、図10においてEGRガスの割合、即ち混合ガス中のEGRガス量は噴射燃料が燃焼せしめられたときに燃料およびその周囲のガス温度を煤が生成される温度よりも低い温度にするのに必要最低限のEGRガス量を示している。このEGRガス量はEGR率で表すとほぼ55パーセント以上であり、図10に示す実施例では70パーセント以上である。即ち、燃焼室5内に吸入された全吸入ガス量を図10において実線Xとし、

この全吸入ガス量Xのうちの空気量とEGRガス量との割合を図10に示すような割合にすると燃料およびその周囲のガス温度は煤が生成される温度よりも低い温度となり、斯くして煤が全く発生しなくなる。また、このときのNO<sub>x</sub>発生量は10p.p.m前後、又はそれ以下であり、従ってNO<sub>x</sub>の発生量は極めて少量となる。

【0039】燃料噴射量が増大すれば燃料が燃焼した際の発熱量が増大するので燃料およびその周囲のガス温度を煤が生成される温度よりも低い温度に維持するためにはEGRガスによる熱の吸収量を増大しなければならない。従って図10に示されるようにEGRガス量は噴射燃料量が増大するにつれて増大せしめなければならない。即ち、EGRガス量は要求負荷が高くなるにつれて増大する必要がある。

【0040】一方、図10の負荷領域Z2では煤の発生を阻止するのに必要な全吸入ガス量Xが吸入する全吸入ガス量Yを越えてしまう。従ってこの場合、煤の発生を阻止するのに必要な全吸入ガス量Xを燃焼室5内に供給するにはEGRガスおよび吸入空気の双方、或いはEGRガスを過給又は加圧する必要がある。EGRガス等を過給又は加圧しない場合には負荷領域Z2では全吸入ガス量Xは吸入する全吸入ガス量Yに一致する。従ってこの場合、煤の発生を阻止するためには空気量を若干減少させてEGRガス量を増大すると共に空燃比がリッチのもとで燃料を燃焼せしめることになる。

【0041】前述したように図10は燃料を理論空燃比のもとで燃焼させる場合を示しているが図10に示される低負荷運転領域Z1において空気量を図10に示される空気量よりも少なくても、即ち空燃比をリッチにしても煤の発生を阻止しつつNO<sub>x</sub>の発生量を10p.p.m前後又はそれ以下にすることができ、また図10に示される低負荷領域Z1において空気量を図10に示される空気量よりも多くしても、即ち空燃比の平均値を17から18のリーンにしても煤の発生を阻止しつつNO<sub>x</sub>の発生量を10p.p.m前後又はそれ以下にすることができる。

【0042】即ち、空燃比がリッチにされると燃料が過剰となるが燃焼温度が低い温度に抑制されているために過剰な燃料は煤まで成長せず、斯くして煤が生成されることがない。また、このときNO<sub>x</sub>も極めて少量しか発生しない。一方、平均空燃比がリーンのとき、或いは空燃比が理論空燃比のときでも燃焼温度が高くなれば少量の煤が生成されるが本発明では燃焼温度が低い温度に抑制されているので煤は全く生成されない。更に、NO<sub>x</sub>も極めて少量しか発生しない。

【0043】このように、機関低負荷運転領域Z1では空燃比にかかわらずに、即ち空燃比がリッチであろうと、理論空燃比であろうと、或いは平均空燃比がリーンであろうと煤が発生されず、NO<sub>x</sub>の発生量が極めて少量となる。従って燃料消費率の向上を考えるとこのとき

平均空燃比をリーンにすることが好ましいと言える。

【0044】ところで燃焼室内における燃焼時の燃料およびその周囲のガス温度を炭化水素の成長が途中で停止する温度以下に抑制しうるのは燃焼による発熱量が少ない比較的機関負荷が低いときに限られる。従って本発明による実施例では機関負荷が比較的低いときには燃焼時の燃料およびその周囲のガス温度を炭化水素の成長が途中で停止する温度以下に抑制して第一燃焼、即ち低温燃焼を行うようにし、機関負荷が比較的高いときには第二燃焼、即ち従来より普通に行われている燃焼を行うようにしている。なお、ここで第一燃焼、即ち低温燃焼とはこれまでの説明から明らかなように煤の発生量が最大となる最悪不活性ガス量よりも燃焼室内の不活性ガス量が多く煤がほとんど発生しない燃焼のことを言い、第二燃焼、即ち従来より普通に行われている燃焼とは煤の発生量が最大となる最悪不活性ガス量よりも燃焼室内の不活性ガス量が少ない燃焼のことを言う。

【0045】図11は第一燃焼、即ち低温燃焼が行われる第1の運転領域Iと、第二燃焼、即ち従来の燃焼方法による燃焼が行われる第2の燃焼領域IIとを示している。なお、図11において縦軸Lはアクセルペダル40の踏み込み量、即ち要求負荷を示しており、横軸Nは機関回転数を示している。また、図11においてX(N)は第1の運転領域Iと第2の運転領域IIとの第1の境界を示しており、Y(N)は第1の運転領域Iと第2の運転領域IIとの第2の境界を示している。第1の運転領域Iから第2の運転領域IIへの運転領域の変化判断は第1の境界X(N)に基づいて行われ、第2の運転領域IIから第1の運転領域Iへの運転領域の変化判断は第2の境界Y(N)に基づいて行われる。

【0046】即ち、機関の運転状態が第1の運転領域Iにあって低温燃焼が行われているときに要求負荷Lが機関回転数Nの関数である第1の境界X(N)を越えると運転領域が第2の運転領域IIに移ったと判断され、従来の燃焼方法による燃焼が行われる。次いで要求負荷Lが機関回転数Nの関数である第2の境界Y(N)よりも低くなると運転領域が第1の運転領域Iに移ったと判断され、再び低温燃焼が行われる。

【0047】図12は空燃比センサ21の出力を示している。図12に示されるように空燃比センサ21の出力電流Iは空燃比A/Fに応じて変化する。従って空燃比センサ21の出力電流Iから空燃比を知ることができる。次に図13を参照しつつ第1の運転領域Iおよび第2の運転領域IIにおける運転制御について概略的に説明する。

【0048】図13は要求負荷Lに対するスロットル弁16の開度、EGR制御弁23の開度、EGR率、空燃比、噴射時期および噴射量を示している。図13に示されるように要求負荷Lの低い第1の運転領域Iではスロットル弁16の開度は要求負荷Lが高くなるにつれて全

閉近くから半開程度まで徐々に増大せしめられ、EGR制御弁23の開度は要求負荷Lが高くなるにつれて全閉近くから全開まで徐々に増大せしめられる。また、図13に示される例では第1の運転領域IではEGR率がほぼ70パーセントとされており、空燃比はわずかにばかりリーンなリーン空燃比とされている。

【0049】言い換えると第1の運転領域IではEGR率がほぼ70パーセントとなり、空燃比がわずかにばかりリーンなリーン空燃比となるようにスロットル弁16の開度およびEGR制御弁23の開度が制御される。なお、このとき空燃比は空燃比センサ21の出力信号に基づいてEGR制御弁23の開度を補正することによって目標リーン空燃比に制御される。また、第1の運転領域Iでは圧縮上死点TDC前に燃料噴射が行われる。この場合、噴射開始時期 $\theta_S$ は要求負荷Lが高くなるにつれて遅くなり、噴射完了時期 $\theta_E$ も噴射開始時期 $\theta_S$ が遅くなるにつれて遅くなる。

【0050】なお、アイドリング運転時にはスロットル弁16は全閉近くまで閉弁され、このときEGR制御弁23も全閉近くまで閉弁せしめられる。スロットル弁16を全閉近くまで閉弁すると圧縮始めの燃焼室5内の圧力が低くなるために圧縮圧力が小さくなる。圧縮圧力が小さくなるとピストン4による圧縮仕事小さくなるために機関本体1の振動が小さくなる。即ち、アイドリング運転時には機関本体1の振動を抑制するためにスロットル弁16が全閉近くまで閉弁せしめられる。

【0051】一方、機関の運転領域が第1の運転領域Iから第2の運転領域IIに変わるとスロットル弁16の開度が半開状態から全開方向へステップ状に増大せしめられる。このとき図13に示す例ではEGR率がほぼ70パーセントから40パーセント以下までステップ状に減少せしめられ、空燃比がステップ状に大きくされる。即ち、EGR率が多量のスモークを発生するEGR率範囲(図9)を飛び越えるので機関の運転領域が第1の運転領域Iから第2の運転領域IIに変わるときに多量のスモークが発生することがない。

【0052】第2の運転領域IIでは従来から行われている燃焼が行われる。この燃焼方法では煤および $\text{NO}_x$ が若干発生するが低温燃焼に比べて熱効率は高く、従って機関の運転領域が第1の運転領域Iから第2の運転領域IIに変わると図13に示されるように噴射量がステップ状に低減せしめられる。

【0053】第2の運転領域IIではスロットル弁16は一部を除いて全開状態に保持され、EGR制御弁23の開度は要求負荷Lが高くなると次第に小さくされる。この運転領域IIではEGR率は要求負荷Lが高くなるほど低くなり、空燃比は要求負荷Lが高くなるほど小さくなる。ただし、空燃比は要求負荷Lが高くなってもリーン空燃比とされる。また、第2の運転領域IIでは噴射開始時期 $\theta_S$ は圧縮上死点TDC付近とされる。



【0054】図14は第1の運転領域Iにおける空燃比 $A/F$ を示している。図14において、 $A/F=15$ 、 $A/F=16$ 、 $A/F=17$ 、 $A/F=18$ で示される各曲線は夫々空燃比が15、16、17、18であるときを示しており、各曲線間の空燃比は比例配分により定められる。図14に示されるように第1の運転領域Iでは空燃比がリーンとなっており、更に第1の運転領域Iでは要求負荷 $L$ が低くなるほど空燃比 $A/F$ がリーンとされる。

【0055】即ち、要求負荷 $L$ が低くなるほど燃焼による発熱量が少なくなる。従って要求負荷 $L$ が低くなるほどEGR率を低下させても低温燃焼を行うことができる。EGR率を低下させると空燃比は大きくなり、従って図14に示されるように要求負荷 $L$ が低くなるにつれて空燃比 $A/F$ が大きくなる。空燃比 $A/F$ が大きくなるほど燃料消費率は向上し、従ってできる限り空燃比をリーンにするために本実施例では要求負荷 $L$ が低くなるにつれて空燃比 $A/F$ が大きくなる。

【0056】なお、空燃比を図14に示す目標空燃比とするのに必要なスロットル弁16の目標開度 $ST$ が図15(A)に示されるように要求負荷 $L$ および機関回転数 $N$ の関数としてマップの形で予めROM32内に記憶されており、空燃比を図14に示す目標空燃比とするのに必要なEGR制御弁23の目標開度 $SE$ が図15(B)に示されるように要求負荷 $L$ および機関回転数 $N$ の関数としてマップの形で予めROM32内に記憶されている。

【0057】図16は第二燃焼、即ち従来の燃焼方法による普通の燃焼が行われるときの目標空燃比を示している。なお、図16において $A/F=24$ 、 $A/F=35$ 、 $A/F=45$ 、 $A/F=60$ で示される各曲線は夫々目標空燃比24、35、45、60を示している。空燃比をこの目標空燃比とするのに必要なスロットル弁16の目標開度 $ST$ が図17(A)に示されるように要求負荷 $L$ および機関回転数 $N$ の関数としてマップの形で予めROM32内に記憶されており、空燃比をこの目標空燃比とするのに必要なEGR制御弁23の目標開度 $SE$ が図17(B)に示されるように要求負荷 $L$ および機関回転数 $N$ の関数としてマップの形で予めROM32内に記憶されている。

【0058】こうして、本実施例のディーゼルエンジンでは、アクセルペダル40の踏み込み量 $L$ 及び機関回転数 $N$ とに基づき、第一燃焼、すなわち、低温燃焼と、第二燃焼、すなわち、普通の燃焼とが切り換えられ、各燃焼において、アクセルペダル40の踏み込み量 $L$ 及び機関回転数 $N$ とに基づき、図15又は図17に示すマップによってスロットル弁16及びEGR弁の開度制御が実施される。

【0059】図18は排気浄化装置を示す平面図であり、図19はその側面図である。本排気浄化装置は、排

気マニホールド17の下流側に排気管18を介して接続された切換部19と、パティキュレートフィルタ20と、パティキュレートフィルタ20の一方側と切換部19とを接続する第一接続部21aと、パティキュレートフィルタ20の他方側と切換部19とを接続する第二接続部21bと、切換部19の下流側の排気通路22とを具備している。切換部19は、切換部19内で排気流れを遮断することを可能とする弁体19aを具備している。弁体19aは、負圧アクチュエータ又はステップモータ等によって駆動される。弁体19aの一方の遮断位置において、切換部19内の上流側が第一接続部21aと連通されると共に切換部19内の下流側が第二接続部21bと連通され、排気ガスは、図18に矢印で示すように、パティキュレートフィルタ20の一方側から他方側へ流れる。

【0060】また、図20は、弁体19aの他方の遮断位置を示している。この遮断位置において、切換部19内の上流側が第二接続部21bと連通されると共に切換部19内の下流側が第一接続部21aと連通され、排気ガスは、図20に矢印で示すように、パティキュレートフィルタ20の他方側から一方側へ流れる。こうして、弁体19aを切り換えることによって、パティキュレートフィルタ20へ流入する排気ガスの方向を逆転することができ、すなわち、パティキュレートフィルタ20の排気上流側と排気下流側とを逆転することが可能となる。

【0061】このように、本排気浄化装置は、非常に簡単な構成によってパティキュレートフィルタの排気上流側と排気下流側とを逆転することを可能とする。また、パティキュレートフィルタにおいては、排気ガスの流入を容易にするために大きな開口面積が必要とされるが、本排気浄化装置では、車両搭載性を悪化させることなく、大きな開口面積を有するパティキュレートフィルタを使用可能である。

【0062】この一方で、本排気浄化装置は、パティキュレートフィルタの排気上流側と排気下流側とを逆転するために、弁体19aを一方の遮断位置から他方の遮断位置へ回動させる間において、図21に示すように、排気ガスがパティキュレートフィルタを通過せずに大気中へ放出される。また、本排気浄化装置は、図18及び19に示すように、切換部19の上流側に位置する排気管18には、燃料のような還元剤をパティキュレートフィルタ20へ供給するための還元剤供給装置23が設けられている。さらに、弁体19aによるパティキュレートフィルタ20の排気上流側と排気下流側との逆転に係わらずに、常にパティキュレートフィルタ20の下流側となる位置には、ステップモータ等によって開度制御可能な排気絞り弁24が配置されている。

【0063】図22にパティキュレートフィルタ20の構造を示す。なお、図22において、(A)はパティキ

ュレートフィルタ 20 の正面図であり、(B) は側面断面図である。これらの図に示すように、本パティキュレートフィルタ 20 は、長円正面形状を有し、例えば、コーザイトのような多孔質材料から形成されたハニカム構造をなすウォールフロー型であり、多数の軸線方向に延在する隔壁 54 によって細分された多数の軸線方向空間を有している。隣接する二つの軸線方向空間において、栓 53 によって、一方は排気下流側で閉鎖され、他方は排気上流側で閉鎖される。こうして、隣接する二つの軸線方向空間の一方は排気ガスの流入通路 50 となり、他方は流出通路 51 となり、排気ガスは、図 22

(B) に矢印で示すように、必ず隔壁 54 を通過する。排気ガス中のパティキュレートは、隔壁 54 の細孔の大きさに比較して非常に小さいものであるが、隔壁 54 の排気上流側表面上及び隔壁 54 内の細孔表面上に衝突して捕集される。こうして、各隔壁 54 は、パティキュレートを捕集する捕集壁として機能する。本パティキュレートフィルタ 20 において、捕集されたパティキュレートを酸化除去するために、隔壁 54 の両側表面上、及び、好ましくは隔壁 54 内の細孔表面上にもアルミナ等を使用して以下に説明する活性酸素放出剤と貴金属触媒とが担持されている。

【0064】活性酸素放出剤とは、活性酸素を放出することによってパティキュレートの酸化を促進するものであり、好ましくは、周囲に過剰酸素が存在すると酸素を取込んで酸素を保持しかつ周囲の酸素濃度が低下すると保持した酸素を活性酸素の形で放出するものである。

【0065】貴金属触媒としては、通常、白金 Pt が用いられており、活性酸素放出剤としてカリウム K、ナトリウム Na、リチウム Li、セシウム Cs、ルビジウム Rb のようなアルカリ金属、バリウム Ba、カルシウム Ca、ストロンチウム Sr のようなアルカリ土類金属、ランタン La、イットリウム Y のような希土類、および遷移金属から選ばれた少なくとも一つが用いられている。

【0066】なお、この場合、活性酸素放出剤としては、カルシウム Ca よりもイオン化傾向の高いアルカリ金属又はアルカリ土類金属、即ちカリウム K、リチウム Li、セシウム Cs、ルビジウム Rb、バリウム Ba、ストロンチウム Sr を用いることが好ましい。

【0067】次に、このような活性酸素放出剤を担持するパティキュレートフィルタによって、捕集されたパティキュレートがどのように酸化除去されるのかについて、白金 Pt およびカリウム K の場合を例にとって説明する。他の貴金属、アルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類、遷移金属を用いても同様なパティキュレート除去作用が行われる。

【0068】ディーゼルエンジンでは通常空気過剰のもとで燃焼が行われ、従って排気ガスは多量の過剰空気を含んでいる。即ち、吸気通路および燃焼室内に供給された空気と燃料との比を排気ガスの空燃比と称すると、こ

の空燃比はリーンとなっている。また、燃焼室内では NO が発生するので排気ガス中には NO が含まれている。また、燃料中にはイオウ S が含まれており、このイオウ S は燃焼室内で酸素と反応して  $\text{SO}_2$  となる。従って排気ガス中には  $\text{SO}_2$  が含まれている。従って過剰酸素、NO および  $\text{SO}_2$  を含んだ排気ガスがパティキュレートフィルタ 20 の排気上流側へ流入することになる。

【0069】図 23 (A) および (B) はパティキュレートフィルタ 20 における排気ガス接触面の拡大図を模式的に表わしている。なお、図 23 (A) および (B) において 60 は白金 Pt の粒子を示しており、61 はカリウム K を含んでいる活性酸素放出剤を示している。

【0070】上述したように排気ガス中には多量の過剰酸素が含まれているので排気ガスがパティキュレートフィルタの排気ガス接触面内に接触すると、図 23 (A) に示されるようにこれら酸素  $\text{O}_2$  が  $\text{O}_2^-$  又は  $\text{O}_2^{2-}$  の形で白金 Pt の表面に付着する。一方、排気ガス中の NO は白金 Pt の表面上で  $\text{O}_2^-$  又は  $\text{O}_2^{2-}$  と反応し、 $\text{NO}_2$  となる ( $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$ )。次いで生成された  $\text{NO}_2$  の一部は白金 Pt 上で酸化されつつ活性酸素放出剤 61 内に吸収され、カリウム K と結合しながら図 23

(A) に示されるように硝酸イオン  $\text{NO}_3^-$  の形で活性酸素放出剤 61 内に拡散し、硝酸カリウム  $\text{KNO}_3$  を生成する。このようにして、本実施例では、排気ガスに含まれる有害な  $\text{NO}_x$  をパティキュレートフィルタ 20 に吸収し、大気中への放出量を大幅に減少させることができる。

【0071】一方、上述したように排気ガス中には  $\text{SO}_2$  も含まれており、この  $\text{SO}_2$  も NO と同様なメカニズムによって活性酸素放出剤 61 内に吸収される。即ち、上述したように酸素  $\text{O}_2$  が  $\text{O}_2^-$  又は  $\text{O}_2^{2-}$  の形で白金 Pt の表面に付着しており、排気ガス中の  $\text{SO}_2$  は白金 Pt の表面で  $\text{O}_2^-$  又は  $\text{O}_2^{2-}$  と反応して  $\text{SO}_3$  となる。次いで生成された  $\text{SO}_3$  の一部は白金 Pt 上で更に酸化されつつ活性酸素放出剤 61 内に吸収され、カリウム K と結合しながら硫酸イオン  $\text{SO}_4^{2-}$  の形で活性酸素放出剤 61 内に拡散し、硫酸カリウム  $\text{K}_2\text{SO}_4$  を生成する。このようにして活性酸素放出触媒 61 内には硝酸カリウム  $\text{KNO}_3$  および硫酸カリウム  $\text{K}_2\text{SO}_4$  が生成される。

【0072】排気ガス中のパティキュレートは、図 23 (B) において 62 で示されるように、パティキュレートフィルタに担持された活性酸素放出剤 61 の表面上に付着する。この時、パティキュレート 62 と活性酸素放出剤 61 との接触面では酸素濃度が低下する。酸素濃度が低下すると酸素濃度の高い活性酸素放出剤 61 内との間で濃度差が生じ、斯くして活性酸素放出剤 61 内の酸素がパティキュレート 62 と活性酸素放出剤 61 との接触面に向けて移動しようとする。その結果、活性酸素放出剤 61 内に形成されている硝酸カリウム  $\text{KNO}_3$  がカ

リウムKと酸素OとNOとに分解され、酸素Oがパティキュレート62と活性酸素放出剤61との接触面に向かい、NOが活性酸素放出剤61から外部に放出される。外部に放出されたNOは下流側の白金Pt上において酸化され、再び活性酸素放出剤61内に吸収される。

【0073】一方、このとき活性酸素放出剤61内に形成されている硫酸カリウム $K_2SO_4$ もカリウムKと酸素Oと $SO_2$ とに分解され、酸素Oがパティキュレート62と活性酸素放出剤61との接触面に向かい、 $SO_2$ が活性酸素放出剤61から外部に放出される。外部に放出された $SO_2$ は下流側の白金Pt上において酸化され、再び活性酸素放出剤61内に吸収される。但し、硫酸カリウム $K_2SO_4$ は、安定化しているために、硝酸カリウム $KNO_3$ に比べて活性酸素を放出し難い。

【0074】一方、パティキュレート62と活性酸素放出剤61との接触面に向かう酸素Oは硝酸カリウム $KNO_3$ や硫酸カリウム $K_2SO_4$ のような化合物から分解された酸素である。化合物から分解された酸素Oは高いエネルギーを有しており、極めて高い活性を有する。従ってパティキュレート62と活性酸素放出剤61との接触面に向かう酸素は活性酸素Oとなっている。これら活性酸素Oがパティキュレート62に接触するとパティキュレート62は輝炎を発することなく酸化せしめられる。

【0075】ところで白金Ptおよび活性酸素放出剤61は触媒コンバータの温度が高くなるほど活性化するので単位時間当りに活性酸素放出剤61が放出される活性酸素Oの量は触媒コンバータの温度が高くなるほど増大する。従って触媒コンバータ上において単位時間当りに輝炎を発することなくパティキュレートを酸化除去可能な酸化除去可能微粒子量Mはパティキュレートフィルタの温度が高くなるほど増大する。

【0076】図24の実線は単位時間当りに輝炎を発することなく酸化除去可能な酸化除去可能微粒子量Gを示している。なお、図24において横軸はパティキュレートフィルタの温度TFを示している。単位時間当りに燃焼室から排出されるパティキュレートの量を排出微粒子量Mと称するとこの排出微粒子量Mが酸化除去可能微粒子量Gよりも少ないとき、即ち図24の領域Iでは燃焼室から排出された全てのパティキュレートがパティキュレートフィルタに捕集されるや否や短時間のうちにパティキュレートフィルタにおいて輝炎を発することなく酸化除去せしめられる。

【0077】これに対し、排出微粒子量Mが酸化除去可能微粒子量Gよりも多いとき、即ち図24の領域IIでは全てのパティキュレートを酸化するには活性酸素量が不足している。図25(A)～(C)はこのような場合のパティキュレートの酸化の様子を示している。

【0078】即ち、全てのパティキュレートを酸化するには活性酸素量が不足している場合には図25(A)に示すようにパティキュレート62が活性酸素放出剤61

上に付着するとパティキュレート62の一部のみが酸化され、十分に酸化されなかったパティキュレート部分がパティキュレートフィルタの排気上流側面上に残留する。次いで活性酸素量が不足している状態が継続すると次から次へと酸化されなかったパティキュレート部分が排気上流面上に残留し、その結果図25(B)に示されるようにパティキュレートフィルタの排気上流面が残留パティキュレート部分63によって覆われるようになる。

【0079】このような残留パティキュレート部分63は、次第に酸化され難いカーボン質に変質し、また、排気上流面が残留パティキュレート部分63によって覆われると白金PtによるNO、 $SO_2$ の酸化作用および活性酸素放出剤61による活性酸素の放出作用が抑制される。それにより、時間を掛ければ徐々に残留パティキュレート部分63を酸化させることができるが、図25

(C)に示されるように残留パティキュレート部分63の上に別のパティキュレート64が次から次へと堆積して、即ち、パティキュレートが積層状に堆積すると、これらパティキュレートは、白金Ptや活性酸素放出剤から距離を隔てているために、例え酸化され易いパティキュレートであっても活性酸素によって酸化されることはない。従ってこのパティキュレート64上に更に別のパティキュレートが次から次へと堆積する。即ち、排出微粒子量Mが酸化除去可能微粒子量Gよりも多い状態が継続するとパティキュレートフィルタ上にはパティキュレートが積層状に堆積してしまう。

【0080】このように図24の領域Iではパティキュレートはパティキュレートフィルタ上において輝炎を発することなく短時間のうちに酸化せしめられ、図24の領域IIではパティキュレートがパティキュレートフィルタ上に積層状に堆積する。従って、排出微粒子量Mと酸化除去可能微粒子量Gとの関係を領域Iにすれば、パティキュレートフィルタ上へのパティキュレートの堆積を防止することができる。しかしながら、これが常に実現されるとは限らず、何もしなければパティキュレートフィルタにはパティキュレートが堆積することがある。

【0081】本実施例では、前述の電子制御ユニット30により図26に示す第一フローチャートに従って還元剤供給装置23の供給制御及び弁体19aの切換制御を実施し、主にパティキュレートフィルタを昇温することにより、図24に示すように酸化除去可能微粒子量を高めてパティキュレートフィルタへのパティキュレートの堆積を防止している。本フローチャートは所定時間毎に繰り返される。先ず、ステップ101において、積算時間tが設定時間ts以上であるか否かが判断される。この積算時間tは、弁体19aを切り換えてからの積算時間である。ステップ101における判断が否定される時には、ステップ106において積算時間tを積算して終了するが、肯定される時にはステップ102へ進む。ス

ステップ102では、還元剤供給装置23によって還元剤の供給を開始する。次いで、ステップ102において、弁体19aが切り換えられる。すなわち、パティキュレートフィルタの排気上流側と排気下流側とが逆転される。次いで、ステップ104において還元剤の供給を停止し、ステップ105において積算時間tは0にリセットされ、ステップ106において新たに積算時間tが積算され終了する。

【0082】本実施例のパティキュレートフィルタ20は、前述したように、白金Ptのような酸化触媒を担持しているが、ディーゼルエンジンの排気ガス中には、通常HC及びCOのような還元剤があまり含まれていないために、パティキュレートフィルタが還元剤の燃焼熱によって昇温されることはない。それにより、パティキュレートフィルタの温度は、主に排気ガス温度に依存するだけである。こうして、パティキュレートフィルタの排気入口部（各隔壁の排気入口側端部）は排気ガス温度に維持されるが、特に、排気出口部（各隔壁の排気出口側端部）は排気ガスによる熱の流出もあって排気入口部よりかなり低温となっている。

【0083】弁体19aを切り換えてパティキュレートフィルタの排気上流側と排気下流側とを逆転させた後に還元剤供給装置によって還元剤が供給されても、このように現在の排気入口部が低温となっていると、排気入口部では酸化触媒によって還元剤を良好に燃焼させることができず、パティキュレートフィルタを全体的に昇温することはできない。しかしながら、第一フローチャートでは、設定時間ts毎に弁体が切り換えられ、弁体を切り換える以前に還元剤供給装置によって還元剤が供給されるために、排気ガス温度には維持されているパティキュレートフィルタの排気入口部では、酸化触媒によって比較的良好に還元剤が燃焼して比較的多量の燃焼熱を発生する。それにより、パティキュレートフィルタの排気入口部が昇温すると共に排気出口部では熱の流出以上に比較的多量の燃焼熱が到来して排気入口部以上に大幅に昇温される。

【0084】次いで、弁体によって排気上流側と排気下流側とが逆転されるために、還元剤の供給が停止されるまでに供給された還元剤が、大幅に昇温された現在の排気入口部において良好に燃焼し、さらに多量の燃焼熱を発生し、排気入口部をさらに昇温すると共に排気出口部を大幅に昇温する。こうして、比較的小量の還元剤を使用してパティキュレートフィルタ全体を効果的に昇温することができ、酸化除去可能微粒子量を大幅に向上させ、もし、設定時間tsの間に図24の領域IIでの運転が頻繁に行われてパティキュレートフィルタにある程度のパティキュレートが残留及び堆積しても、このパティキュレートを良好に酸化除去することができる。また、弁体を切り換える以前において、パティキュレートフィルタの排気入口部における酸化触媒が可溶有機成分（S

OF）によって被毒され機能低下していることがあるが、前述のように、排気上流側と排気下流側との逆転後に、排気出口部に位置することとなるこの酸化触媒は大幅に昇温されるために、SOF被毒を良好に回復することができる。

【0085】図27は、パティキュレートフィルタの隔壁54の拡大断面図である。設定時間tsの間には、図24の領域IIでの運転が実施されることもあり、図27（A）に格子で示すように、排気ガスが主に衝突する隔壁54の排気上流側表面及び細孔内の排気ガス流対向面は、一方の捕集面としてパティキュレートを衝突捕集し、活性酸素放出剤により酸化除去するが、この酸化除去が不十分となってパティキュレートが残留することがある。この時点では、パティキュレートフィルタの排気抵抗は車両走行に悪影響を与えるほどではないが、さらにパティキュレートが堆積すれば、機関出力の大幅な低下等の問題を発生する。この時点においてパティキュレートフィルタの排気上流側と排気下流側とが逆転されれば、隔壁54の一方の捕集面に残留するパティキュレート上には、さらにパティキュレートが堆積することではなく、一方の捕集面から放出される活性酸素によって残留パティキュレートは徐々に酸化除去される。また、特に隔壁の細孔内に残留するパティキュレートは、逆方向の排気ガス流によって、図27（B）に示すように、容易に破壊されて細分化され、下流側へ移動する。

【0086】それにより、細分化された多くのパティキュレートは、隔壁の細孔内に分散し、隔壁の細孔内表面に担持させた活性酸素放出剤と直接的に接触して酸化除去される機会が多くなる。こうして、隔壁の細孔内にも活性酸素放出剤を担持させることで、残留パティキュレートを格段に酸化除去させ易くなる。さらに、この酸化除去に加えて、排気ガスの逆流によって上流側となった隔壁54の他方の捕集面、すなわち、現在において排気ガスが主に衝突する隔壁54の排気上流側表面及び細孔内の排気ガス流対向面（一方の捕集面とは反対側の関係となる）では、排気ガス中の新たなパティキュレートが付着して活性酸素放出剤から放出された活性酸素によって酸化除去される。これらの酸化除去の際に活性酸素放出剤から放出された活性酸素の一部は、排気ガスと共に下流側へ移動し、排気ガスの逆流によっても依然として堆積するパティキュレートを酸化除去する。

【0087】すなわち、隔壁の一方の捕集面の残留パティキュレートには、この捕集面から放出される活性酸素だけでなく、排気ガスの逆流によって隔壁の他方の捕集面でのパティキュレートの酸化除去に使用された残りの活性酸素が排気ガスと共に到来する。それにより、弁体の切り換え時点において、隔壁の一方の捕集面にある程度パティキュレートが積層状に堆積していたとしても、排気ガスを逆流させれば、残留パティキュレート上に堆積するパティキュレートへも活性酸素が到来することに

加えて、さらにパティキュレートが堆積することはないために、堆積パティキュレートは徐々に酸化除去され、次の逆流までに、ある程度の時間があれば、この間で十分に酸化除去可能である。このように、排気ガスの逆流だけでも堆積パティキュレートは酸化除去可能であるが、パティキュレートフィルタの昇温によって酸化除去可能微粒子量を向上させれば、残留及び堆積パティキュレートを確実に及び比較的短い時間で酸化除去することが可能となる。

【0088】第一フローチャートにおいて、弁体の切り換えは、設定時間  $t_s$  毎に実施されるために、この間で図24の領域IIでの運転が頻繁に行われたとしても、弁体の切り換え時点で多量のパティキュレートがパティキュレートフィルタに堆積していることはなく、また、パティキュレートフィルタ上の堆積パティキュレートが長期間放置されて酸化され難いカーボン質に変質してしまうようなこともない。こうして、前述のごとく確実に残留及び堆積パティキュレートを酸化除去することができ、また、多量の堆積パティキュレートが一度に燃焼することにより、多量の燃焼熱が発生してパティキュレートフィルタを溶損する等の問題が発生することはない。もちろん、弁体の切り換え時期は、設定時間毎に限定されることはなく、設定走行距離毎でも良く、また、多量のパティキュレートが堆積せずに及び堆積パティキュレートがカーボン質に変質することのないような任意の時期としても良い。また、本実施例のディーゼルエンジンは、第一燃焼と第二燃焼とを切り換えて実施するものであり、第一燃焼は、前述のごとく排気ガス中に比較的多量のHC及びCO、すなわち、還元剤を含んでいる。それにより、特に機関排気系に還元剤供給装置を設けることなく、第一燃焼を還元剤供給手段として利用し、第一燃焼の実施中に弁体を切り換えるようにしても良い。

【0089】また、排気ガス中に還元剤が含まれ、これが酸化触媒によって燃焼されれば、排気ガス中の酸素濃度が低下する。それにより、活性酸素放出剤61から外部に活性酸素Oが一気に放出され、これら一気に放出された活性酸素Oによっても堆積したパティキュレートが輝炎を発することなく一気に燃焼除去させ易くなる。弁体19aによってパティキュレートフィルタの排気上流側と排気下流側とを逆転させた後においては、パティキュレートが残留していないパティキュレートフィルタ隔壁の他方の捕集面では、一方の捕集面に比較して活性酸素を放出し易いために、逆転後の還元剤の燃焼は、活性酸素を多量に放出させ、残留パティキュレートをさらに確実に酸化除去することを可能とする。

【0090】このように、パティキュレートフィルタの排気上流側と排気下流側とを逆転することに加えて、この逆転の前後に還元剤を供給することは、残留及び堆積パティキュレートの酸化除去に非常に有効である。しかしながら、本実施例の切換部19の構造は、前述したよ

うに、弁体19aの一方の遮断位置から他方の遮断位置への切り換え中において、排気ガスの一部がパティキュレートフィルタ20をバイパスしてしまう。それにより、この時において、還元剤が供給されると、還元剤が大気中へ放出されてしまう。それにより、切り換え中において、弁体19aが一方の遮断位置と他方の遮断位置との間に位置する時には還元剤供給装置23による還元剤の供給を中断することが好ましい。

【0091】また、弁体の切り換え中において排気ガス中にパティキュレートが含まれていれば、このパティキュレートは大気中へ放出されることとなる。図28は、これを防止して堆積パティキュレートを酸化除去するための第二フローチャートである。本フローチャートは、還元剤供給装置及び弁体を制御することに加えて排気絞り弁も制御するものであり、所定時間毎に繰り返される。まず、ステップ201において、パティキュレートフィルタの温度Tが設定温度  $T_s$  以上であるか否かが判断される。機関始動時等のように、この判断が否定される時には、活性酸素放出剤の酸化除去可能微粒子量が低く、早急にパティキュレートフィルタを昇温しなければならない。それにより、ステップ202に進み、還元剤の供給を開始する。しかしながら、この設定温度  $T_s$  では、酸化触媒も十分に活性化しておらず、還元剤を十分に燃焼させることができないために、ステップ203において、排気絞り弁24が全開から開度減少させられ、排気ガスの熱を有効にパティキュレートフィルタへ作用させ、少なくともパティキュレートフィルタの排気入口部を酸化触媒の活性化温度へ昇温させる。

【0092】ここで、機関排気系に還元剤を供給するための還元剤供給装置23は、安価なものとするために、還元剤が低圧で噴射されるようにすることが好ましい。また、還元剤の供給を開始及び停止するための弁体等を具備する制御部は、機関排気系近傍に設けるためには高い耐熱性が必要とされるために、エンジンルーム内のように機関排気系から離して設置することが好ましい。こうして、この制御部と機関排気系の還元剤供給位置とは、ステンレス等の供給管によって接続されることとなる。このような構成では、比較的長い供給管内が大きな容積となり、この大きな容積を介して低圧で噴射される還元剤は、機関排気系の還元剤供給位置における排気ガス圧力が高まると、自動的に供給停止されることとなる。それにより、還元剤供給装置の制御によって還元剤の供給を開始しても、排気絞り弁の開度減少によって機関排気系の還元剤供給位置における排気ガス圧力が高まると、実際的には還元剤の供給は停止されることとなり、パティキュレートフィルタの排気入口部が酸化触媒の活性化温度に昇温される間は、還元剤がパティキュレートフィルタへ供給されることはない。

【0093】次いで、ステップ204において、排気絞り弁が全開へ開度増加されると、機関排気系の還元剤供

給位置における排気ガス圧力が低下し、実際に還元剤が機関排気系に供給されて、酸化触媒の活性化温度に昇温したパティキュレートフィルタの排気入口部へ還元剤が供給され、還元剤の燃焼熱によってパティキュレートフィルタがさらに昇温され、酸化除去可能微粒子量を高めることができる。ステップ201での判断には、パティキュレートフィルタに配置された温度センサを使用しても良いが、現在の機関運転状態からパティキュレートフィルタの温度を推定しても良く、また、機関始動時にはパティキュレートフィルタの温度が設定温度以下であるとして、機関始動毎にステップ202からステップ205の処理を実施するようにしても良い。また、還元剤供給装置が、このような構成ではなく、例えば、機関燃料噴射弁を使用して排気行程燃料噴射によって還元剤を供給するように、又は、高圧で還元剤を機関排気系に供給するように、意図する通りに還元剤をパティキュレートフィルタへ供給することが可能であるならば、ステップ204において排気絞り弁の開度を増加した後に還元剤を供給するようにしても良い。

【0094】一方、ステップ201における判断が肯定される時には、ステップ206において、機関減速時であるか否かが判断される。この判断が否定される時にはそのまま終了するが、肯定される時には、ステップ207に進み、還元剤の供給を開始する。次いで、ステップ208において排気絞り弁24が全開から開度減少される。この時、開度減少速度を遅くするか又は、ステップ207の処理後に所定時間を設けてステップ208の処理を実施するなどして、実際に還元剤がパティキュレートフィルタへ供給されるようにする。それにより、パティキュレートフィルタは、第一フローチャートで説明したように、排気入口部での還元剤の燃焼によって排気入口部が昇温されると共に排気入口部以上に排気出口部が昇温される。その後、排気絞り弁24の開度減少によって機関排気系における還元剤の供給位置での排気ガス圧力が高まり、実際的に還元剤の供給が停止される。

【0095】次いで、ステップ209において弁体が切り換えられ、すなわち、パティキュレートフィルタの排気上流側と排気下流側とが逆転される。この時、機関減速時であるために、フューエルカットされているか又は燃料噴射量は僅かであるために、排気ガス中には殆どパティキュレートが含まれていない。また、還元剤の供給も停止されているために、排気ガス中に還元剤が含まれてもいない。それにより、弁体の切り換え中に排気ガスがパティキュレートフィルタをバイパスしても大気中にパティキュレート及び還元剤が放出されることはない。また、機関減速時における排気絞り弁の開度減少は、エンジンブレーキ作用によって車両制動力を高めることができる。

【0096】次いで、ステップ210において排気絞り弁の開度が全開とされ、機関排気系における還元剤の供

給位置での排気ガス圧力が低下し、還元剤の供給が再開され、その後、ステップ211において還元剤の供給が停止される。それにより、パティキュレートフィルタの高温度とされた現在の排気入口部には、還元剤が供給され、この還元剤を良好に燃焼させるために、多大な燃焼熱によって排気入口部をさらに昇温すると共に排気出口部を大幅に昇温する。こうして、比較的少量の還元剤を使用してパティキュレートフィルタ全体を効果的に昇温することができ、酸化除去可能微粒子量を大幅に向上させる。

【0097】こうして、本フローチャートでは、機関減速時毎に、還元剤の供給を伴って弁体が切り換えられる。この機関減速時の判断には、ブレーキペダルの踏み込み又はアクセルペダルの開放等を検出すれば良い。こうして、長期に渡って機関減速が行われないことは考えられず、弁体が切り換えられる間において、図2.4の領域IIでの運転が頻繁に行われたとしても、多量のパティキュレートがパティキュレートフィルタに堆積していることはなく、また、パティキュレートフィルタ上の堆積パティキュレートが長期間放置されてカーボン質に変質してしまうようなこともない。それにより、前述のごとく確実に残留及び堆積パティキュレートを酸化除去することができ、また、多量の堆積パティキュレートが一度に燃焼することにより、多量の燃焼熱が発生してパティキュレートフィルタを溶損する等の問題が発生することはない。排気絞り弁の位置は、パティキュレートフィルタの温度を排気ガスによって昇温するためには、常にパティキュレートフィルタの排気下流側となる位置とすることが好ましいが、弁体の切り換え時における還元剤の供給停止だけに使用されるならば、還元剤の供給位置の下流側であればパティキュレートフィルタの上流側としても良い。

【0098】第一フローチャート及び第二フローチャートにおいて、還元剤の供給は、主に弁体の切り換え前後に実施するようにしたが、もちろん、少なくともパティキュレートフィルタの入口部の温度が酸化触媒の活性温度以上であるならば、常に還元剤を供給するようにしても良い。それにより、パティキュレートフィルタの温度は常に十分に高められ、酸化除去可能微粒子量が常に高く維持されるために、パティキュレートフィルタへのパティキュレートの堆積をほぼ防止することも可能である。但し、パティキュレートフィルタの温度が所定温度以上となると、還元剤として燃料を使用した場合には、燃料中の硫黄分によって酸化触媒でサルフェートが生成されることとなるために、この所定温度以上となった時には還元剤として燃料を供給することは停止されることが好ましい。

【0099】図29は、前述とは別の構成を有するパティキュレートフィルタを示す図であり、本パティキュレートフィルタは、中央部20a'において酸化触媒と活

性酸素放出剤とを担持し、両端部 20b' 及び 20c' においては酸化触媒が多量に担持され中央部に比較して高い酸化能力を有するようにしてある。それにより、第一フローチャート及び第二フローチャートのように、弁体の切り換え前後において、パティキュレートフィルタへ還元剤を供給すれば、この還元剤が非常に少量であっても、パティキュレートフィルタ内へ流入した直後に、高い酸化能力を有するパティキュレートフィルタの排気入口部となる一端部 20b' 又は 20c' において確実に燃焼させられ、この燃焼熱がパティキュレートフィルタの排気出口部となる他端部をさらに昇温する。さらに、弁体の切り換えによって、この他端部には還元剤が供給され、この還元剤が非常に少量であっても、高温で高い酸化能力を有する他端部において還元剤は確実に燃焼させられ、この燃焼熱によって、他端部はさらに昇温すると共に、パティキュレートフィルタの排気出口部となる一端部は他端部以上に昇温させられる。こうして、図 18 に示すパティキュレートフィルタに比較して、さらに少量の還元剤でもパティキュレートフィルタ全体を確実に昇温することが可能となる。

【0100】また、特に還元剤を供給しなくても、パティキュレートフィルタの排気入口部は、常に高い酸化能力を有しているために、排気ガス中に微量に含まれる HC 及び CO 等の還元成分を確実に燃焼させることができ、弁体を切り換えるだけでパティキュレートフィルタ全体を比較的良好に昇温させることも可能である。

【0101】こうしてパティキュレートフィルタ全体が昇温されれば、中央部 20a' における酸化除去可能微粒子量は向上し、パティキュレートフィルタに残留及び堆積するパティキュレートを良好に酸化除去することができる。もちろん、パティキュレートフィルタの両端部には、酸化触媒だけでなく、活性酸素放出剤も担持可能であり、それにより、パティキュレートフィルタの両端部に残留及び堆積するパティキュレートも活性酸素によって良好に酸化除去することができる。

【0102】ところで、排気ガス中のカルシウム Ca は  $\text{SO}_3$  が存在すると、前述したアッシュのような硫酸カルシウム  $\text{CaSO}_4$  を生成する。この硫酸カルシウム  $\text{CaSO}_4$  によるパティキュレートフィルタの目詰まりを防止するためには、活性酸素放出剤 61 としてカルシウム Ca よりもイオン化傾向の高いアルカリ金属又はアルカリ土類金属、例えばカリウム K を用いると活性酸素放出剤 61 内に拡散する  $\text{SO}_3$  はカリウム K と結合して硫酸カリウム  $\text{K}_2\text{SO}_4$  を形成し、カルシウム Ca は  $\text{SO}_3$  と結合することなく触媒コンパタの隔壁を通過する。従ってパティキュレートフィルタがアッシュによって目詰まりすることがなくなる。こうして、前述したように活性酸素放出剤 61 としてはカルシウム Ca よりもイオン化傾向の高いアルカリ金属又はアルカリ土類金属、即ちカリウム K、リチウム Li、セシウム Cs、ル

ビジウム Rb、バリウム Ba、ストロンチウム Sr を用いることが好ましいことになる。

【0103】また、活性酸素放出剤としてパティキュレートフィルタに白金 Pt のような貴金属のみを担持させても、白金 Pt の表面上に保持される  $\text{NO}_2$  又は  $\text{SO}_3$  から活性酸素を放出させることができる。ただし、この場合には酸化除去可能微粒子量 G を示す実線は図 24 に示す実線に比べて若干右側に移動する。また、活性酸素放出剤としてセリアを用いることも可能である。セリアは、排気ガス中の酸素濃度が高いと酸素を吸収し、排気ガス中の酸素濃度が低下すると活性酸素を放出するものであるために、パティキュレートの酸化除去のために、排気ガスの空燃比を定期的又は不定期にリッチにする必要がある。

【0104】また、活性酸素放出剤として排気ガス中の  $\text{NO}_x$  浄化に使用される  $\text{NO}_x$  吸蔵還元触媒を用いることも可能である。この場合において、吸蔵した  $\text{NO}_x$  及び  $\text{SO}_x$  を放出させるために排気ガスの空燃比を少なくとも一時的にリッチにする必要があり、第一フローチャート及び第二フローチャートにおける還元剤の供給を、このリッチ化制御として利用することもできる。

【0105】本実施例のディーゼルエンジンは、低温燃焼と通常燃焼とを切り換えて実施するものとしたが、これは本発明を限定するものではなく、もちろん、通常燃焼のみを実施するディーゼルエンジン、又はパティキュレートを排出するガソリンエンジンにも本発明は適用可能である。

【0106】

【発明の効果】このように、本発明による内燃機関の排気浄化装置によれば、機関排気系に配置されたパティキュレートフィルタと、パティキュレートフィルタの排気上流側と排気下流側とを逆転するための逆転手段と、逆転手段の上流側からパティキュレートフィルタへ還元剤を供給するための還元剤供給手段とを具備し、パティキュレートフィルタは、パティキュレートを捕集するための捕集壁を有し、捕集壁には酸化触媒と活性酸素放出剤とが担持され、捕集壁は第一捕集面と第二捕集面とを有し、逆転手段によってパティキュレートフィルタの排気上流側と排気下流側とが逆転されることにより、パティキュレートを捕集するために捕集壁の第一捕集面と第二捕集面とが交互に使用されるようになっている。それにより、運転状態によっては、活性酸素放出剤による酸化除去が不十分となってパティキュレートフィルタ捕集壁の第一捕集面にはある程度パティキュレートが残留することがあるが、逆転手段によるパティキュレートフィルタの排気上流側と排気下流側との逆転によって、捕集壁の第一捕集面には新たにパティキュレートが堆積することはなく、第一捕集面の活性酸素放出剤から放出される活性酸素で徐々に酸化除去が開始される。同時に、捕集壁の第二捕集面によってパティキュレートの捕集及び

酸化除去が開始され、この酸化除去で使用された残りの活性酸素は排気ガスと共に第一捕集面に残留するパティキュレートへ到来し、残留パティキュレートを酸化除去する。こうして、パティキュレートフィルタの排気上流側と排気下流側との逆転によって残留パティキュレートを良好に酸化除去することができ、パティキュレートフィルタの目詰まりを防止することができる。さらに、還元剤供給手段によって逆転手段の上流側からパティキュレートフィルタへ還元剤が供給されれば、パティキュレートフィルタに担持された酸化触媒が還元剤を燃焼させ、この燃焼熱によってパティキュレートフィルタが昇温して酸化除去可能微粒子量が向上すると共に、還元剤の燃焼によって排気ガス中の酸素濃度が低下し、これによっても酸化除去可能微粒子量が向上する。こうして、還元剤の供給によってパティキュレートフィルタの酸化除去可能微粒子量は非常に向上し、パティキュレートフィルタへ残留及び堆積するパティキュレートをさらに確実に及び比較的短時間で酸化除去することができる。

【0107】また、本発明によるもう一つの内燃機関の排気浄化装置によれば、機関排気系に配置されたパティキュレートフィルタと、パティキュレートフィルタの排気上流側と排気下流側とを逆転するための逆転手段とを具備し、パティキュレートフィルタは、パティキュレートを捕集するための捕集壁を有し、捕集壁には酸化触媒と活性酸素放出剤とが担持され、捕集壁は第一捕集面と第二捕集面とを有し、逆転手段によってパティキュレートフィルタの排気上流側と排気下流側とが逆転されることにより、パティキュレートを捕集するために捕集壁の第一捕集面と第二捕集面とが交互に使用され、パティキュレートフィルタの両側部は、パティキュレートフィルタの中央部に比較して高い酸化能力を有している。それにより、前述同様に、パティキュレートフィルタの排気上流側と排気下流側との逆転によって残留パティキュレートを良好に酸化除去することができ、パティキュレートフィルタの目詰まりを防止することができる。さらに、パティキュレートフィルタの両側部における酸化能力が高められているために、排気ガス中に僅かな還元物質しか含まれていなくても、この還元物質を良好に燃焼させ、この燃焼熱によってパティキュレートフィルタを昇温して酸化除去可能微粒子量を向上させることができ、パティキュレートフィルタへ残留及び堆積するパティキュレートをさらに確実に及び比較的短時間で酸化除去することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による排気浄化装置を備えるディーゼルエンジンの概略縦断面図である。

【図2】図1の燃焼室の拡大縦断面図である。

【図3】図1のシリンダヘッドの底面図である。

【図4】燃焼室の側面断面図である。

【図5】吸排気弁のリフトと燃料噴射を示す図である。

【図6】スモークおよびNO<sub>x</sub>の発生量等を示す図である。

【図7】燃焼圧を示す図である。

【図8】燃料分子を示す図である。

【図9】スモークの発生量とEGR率との関係を示す図である。

【図10】噴射燃料量と混合ガス量との関係を示す図である。

【図11】第1の運転領域Iおよび第2の運転領域IIを示す図である。

【図12】空燃比センサの出力を示す図である。

【図13】スロットル弁の開度等を示す図である。

【図14】第1の運転領域Iにおける空燃比を示す図である。

【図15】スロットル弁等の目標開度のマップを示す図である。

【図16】第2の燃焼における空燃比を示す図である。

【図17】スロットル弁等の目標開度を示す図である。

【図18】機関排気系における切換部及びパティキュレートフィルタ近傍の平面図である。

【図19】図18の側面図である。

【図20】切換部内の弁体の図18とは異なるもう一つの遮断位置を示す図である。

【図21】切換部内の弁体の中間位置を示す図である。

【図22】パティキュレートフィルタの構造を示す図である。

【図23】パティキュレートの酸化作用を説明するための図である。

【図24】酸化除去可能微粒子量とパティキュレートフィルタの温度との関係を示す図である。

【図25】パティキュレートの堆積作用を説明するための図である。

【図26】パティキュレートフィルタへのパティキュレートの堆積を防止するための第一フローチャートである。

【図27】パティキュレートフィルタの隔壁の拡大断面図である。

【図28】パティキュレートフィルタへのパティキュレートの堆積を防止するための第二フローチャートである。

【図29】パティキュレートフィルタのもう一つの構造を示す機関排気系の一部における平面図である。

【符号の説明】

6…燃料噴射弁

16…スロットル弁

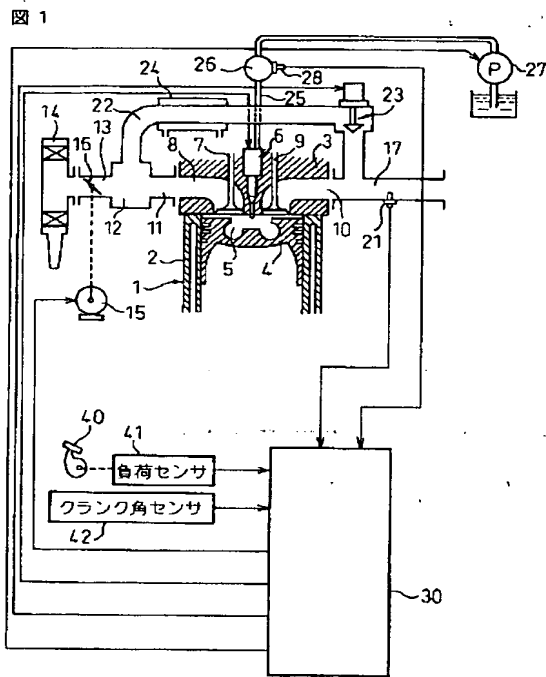
19…切換部

19a…弁体

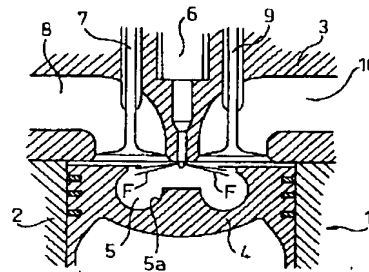
20…パティキュレートフィルタ



【図1】

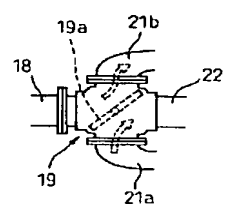


【図2】



【図20】

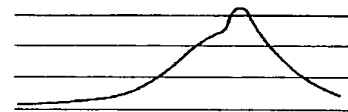
図20



【図7】

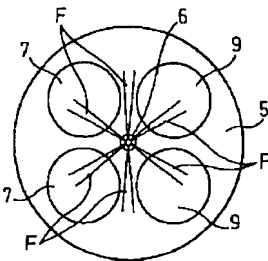
図7

(A)



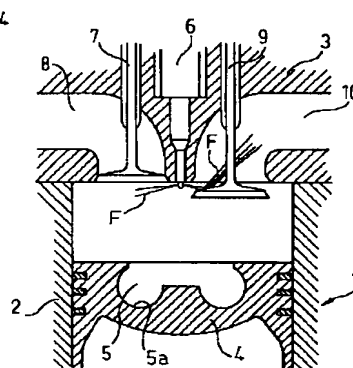
【図3】

図3

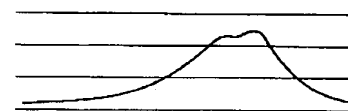


【図4】

図4

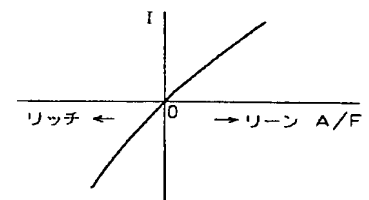


(B)



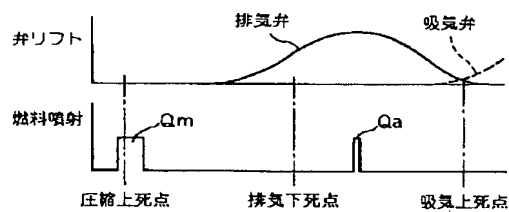
【図12】

図12



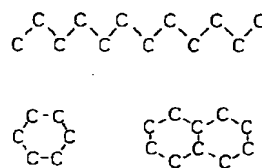
【図5】

図5



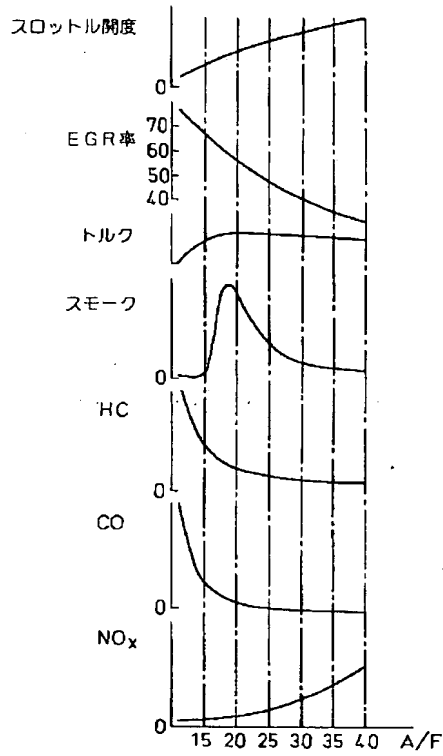
【図8】

図8



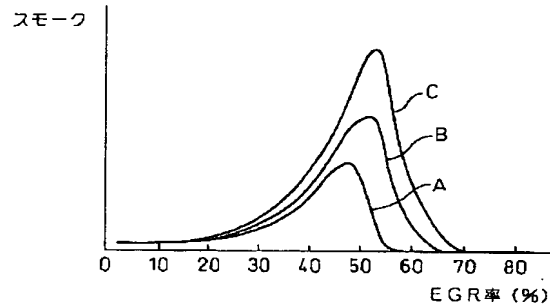
【図6】

図 6



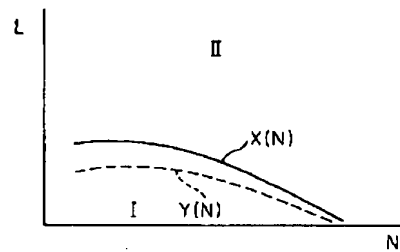
【図9】

図 9



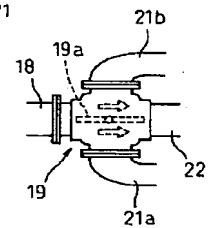
【図11】

図 11



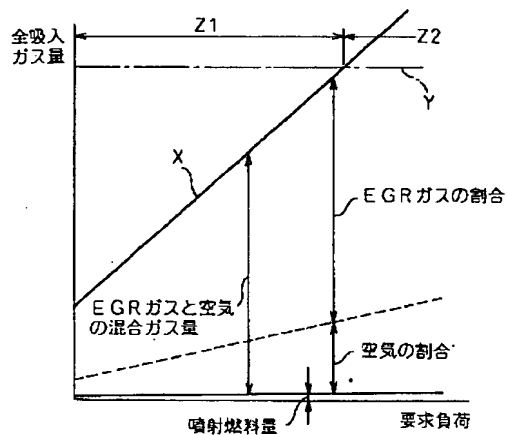
【図21】

図 21



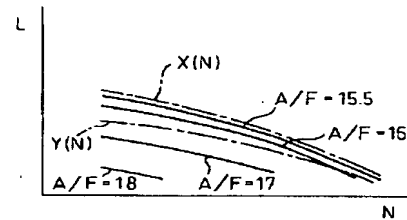
【図10】

図 10



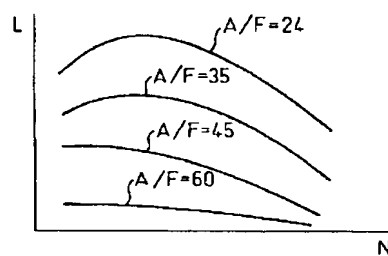
【図14】

図 14

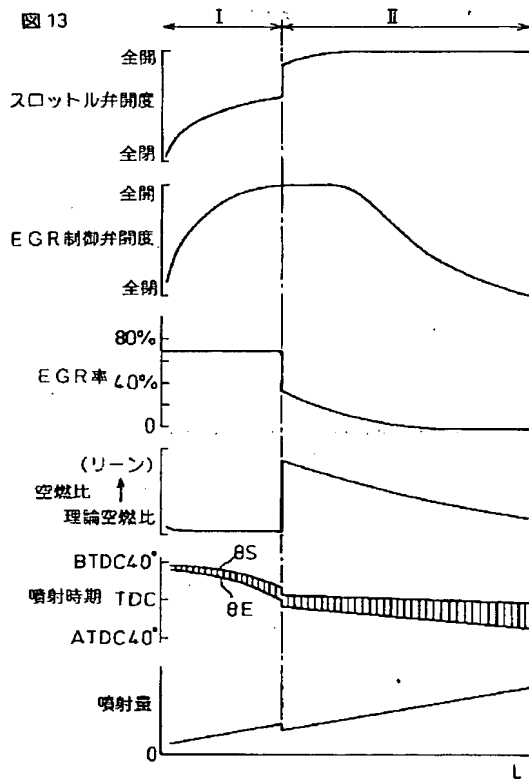


【図16】

図 16

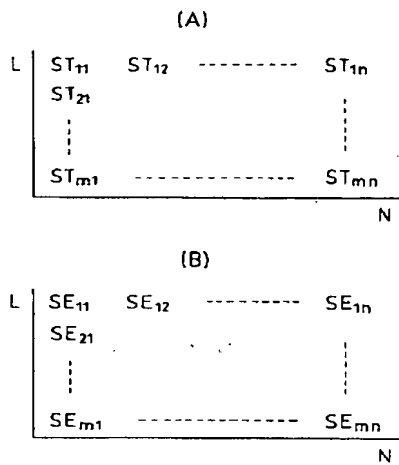


【図 13】



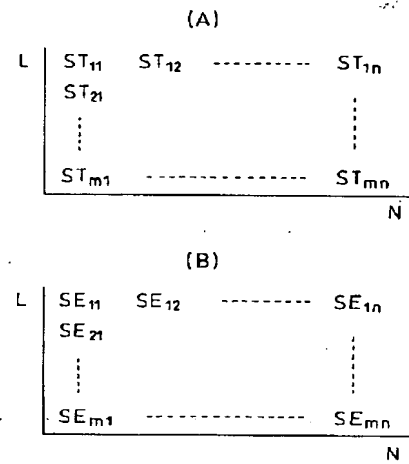
【図 17】

図 17



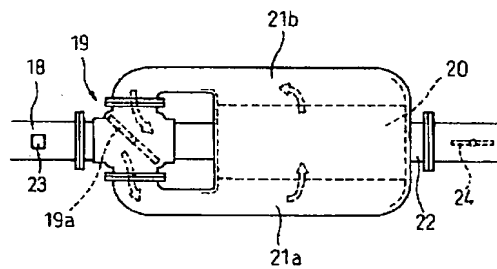
【図 15】

図 15



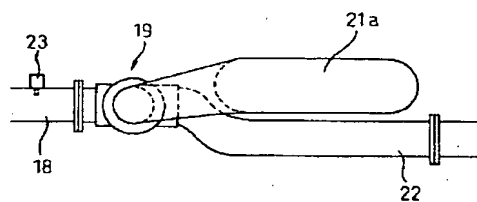
【図 18】

図 18



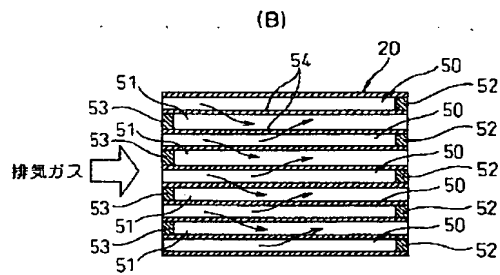
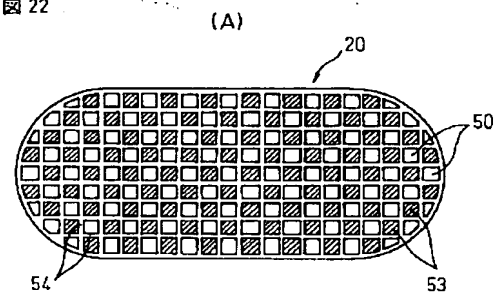
【図 19】

図 19



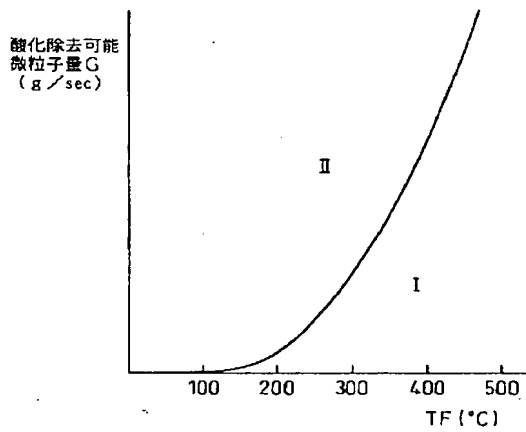
【図 22】

図 22



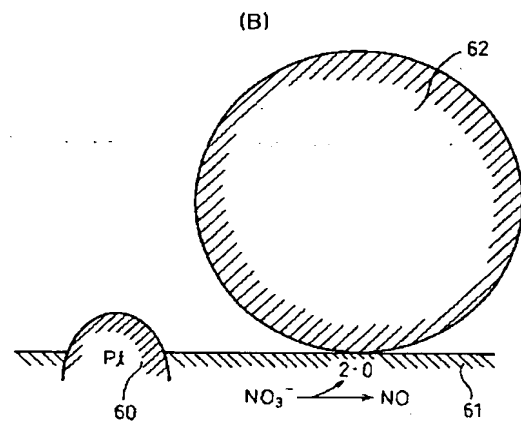
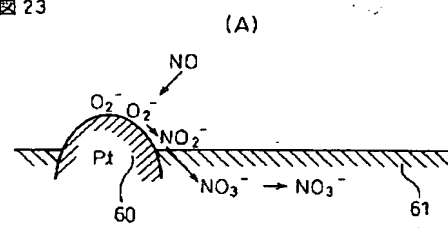
【図 24】

図 24



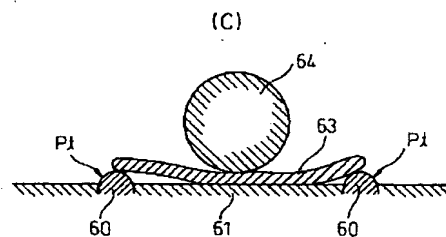
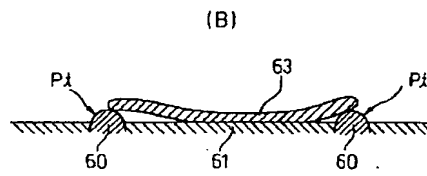
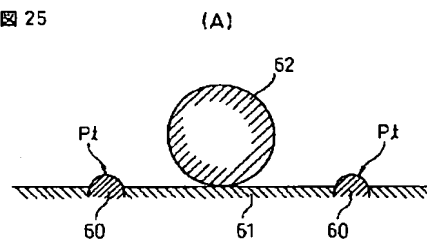
【図 23】

図 23



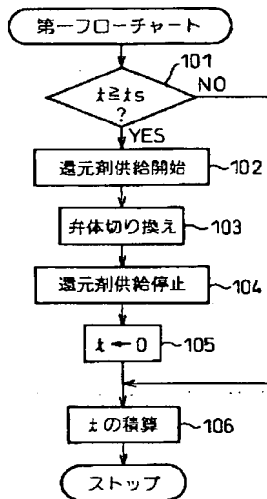
【図 25】

図 25



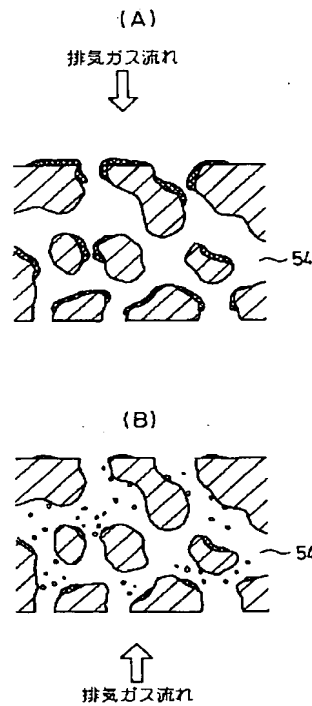
【図26】

図26



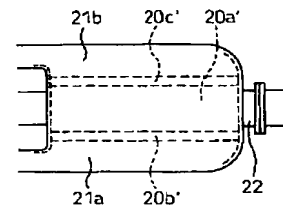
【図27】

図27



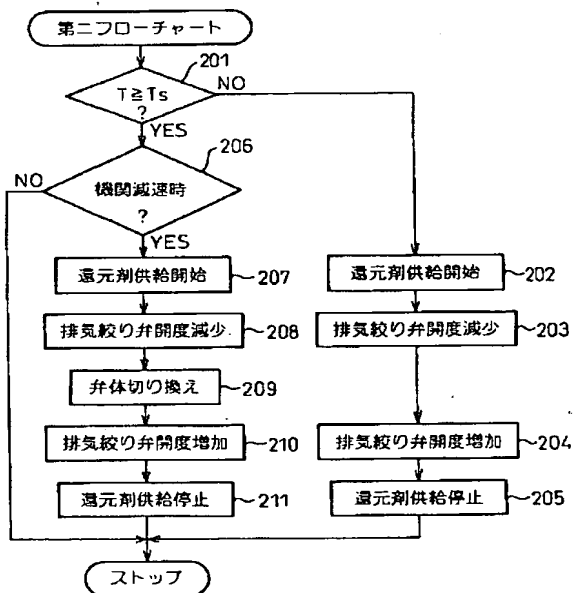
【図29】

図29



【図28】

図28



## フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F I

テーマコード (参考)

B 0 1 D 46/42

B 0 1 D 46/42

B

53/94

53/36

1 0 3 C

(72) 発明者 中谷 好一郎

Fターム (参考) 3G090 AA03 BA01 CA01 CB22 CB24

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動

DA10 DA13 DA18 DA20 DB07

車株式会社内

EA06 EA07

4D048 AA14 AB01 AC02 BA14X

BA30X BA41X BB02 CA01

CC25 CC26 CC38 CD05 DA01

DA02 DA10 DA20 EA04

4D058 JA32 JB06 MA44 MA47 PA14

QA23 SA06 TA06